



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

CLT-ELEMENTTIEN KOSTEUDEN- HALLINTA RAKENTAMISEN ERI VAIHEISSA

TEKIJÄ: Janne Kilponen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Janne Kilponen			
Työn nimi CLT-elementtien kosteudenhallinta rakentamisen eri vaiheissa			
Päiväys	4.4.2018	Sivumäärä/Liitteet	58/6
Ohjaaja(t) Hannu Haaranen lehtori & Matti Ylikärppä tuntiopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuhmon kaupunki, Markku Pääkkönen ja Harri Piirainen			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten clt-elementtien kosteudenhallinta on toteutettu rakentamisen eri vaiheissa tehtaalla aina rakennuksen käyttöön saakka ulottuvalla ajanjaksolla. Työn tilaajan toimi Kuhmon kaupunki ja kohteena oli Tuupalan puurakenteinen yhteiskoulu. Koulu on puurakenteinen ja kantavana runkona toimii CLT- elementit. Tavoitteena oli saada kattava dokumentaatio tilaajalle, miten olosuhde- ja kosteudenhallinta on järjestetty rakentamisen eri vaiheissa.</p> <p>Työn toteutus tapahtui ryhmähaastattelu sekä sähköpostihaastattelujen kautta sekä työssä tutkittiin teoriatasolla mitkä lait, asetukset ja ohjeistukset ohjaavat puurakentamiseen liittyvää olosuhde- ja kosteudenhallintaa. Työtä varten haastateltiin työmaan valvojaa, pääurakoitsijan työjohtoa sekä CLT-tehtaan edustajaa. Teoriatiedon etsiminen kohdistui RIL, RT ja SFS ohjekorttien tutkimiseen sekä tutkimalla uutta ympäristöministeriön asetusta liittyen työmaan kosteudenhallintaan.</p> <p>Tulokseksi opinnäytetyöstä saatiin dokumentaatio, josta tulee ilmi, miten rakentamisen aikaan kosteudenhallinta on toteutettu työmaalla, tehtaalla ja mitä eroavaisuuksia uusien asetusten ja ohjeistusten osalta on verrattuna toteutukseen. Suurimpina eroavaisuuksina uuden ympäristöministeriön asetuksen ja käytännön toteutuksen välillä on hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin uuden asetuksen mukaan tilaajan on tehtävä kosteudenhallintaselvitys, jonka pohjalta urakoitsija laatii työmaalle kosteudenhallintasuunnitelman. Uusi asetus velvoittaa myös työmaalle määrättäväksi henkilön joka vastaa työmaan kosteudenhallinnasta. Kohteessa tilaaja oli määrittänyt sopimusasiakirjoihin että työmaalla on urakoitsijan puolesta oltava tervetalo vastaava, jonka tehtäviin kuului työmaan kosteudenhallinnan toteutuminen, rakennusmateriaalien suojausten toteutumisen valvonta sekä rakentamisaikaisen sisäilmastoluokitus P1 toteutuminen.</p>			
Avainsanat CLT, olosuhdehallinta, kosteudenhallinta			
Valokuvat jotka on ottanut Martti Huusko ovat tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Janne Kilponen			
Title of Thesis Moisture Management of CLT-Elements at Different Stages of Construction			
Date	April 4, 2018	Pages/Appendices	58/6
Supervisor(s) Mr. Hannu Haaranen, Senior Lecturer & Mr. Matti Ylikärppä, Lecturer			
Client Organisation /Partners Kuhmo city, Mr. Markku Pääkkönen & Mr. Harri Piirainen			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to research how moisture management was carried out at different stages of construction. This research covers moisture management of Cross Laminated Timber element during the time that the material travels from the factory until the building is complete. The work was commissioned by the municipality of Kuhmo and object was the school of Tuupala, which is entirely wooden and the load bearing structures are CLT- elements.</p> <p>First, the building site supervisor, main contractor site supervisors, and the representative of the CLT-element factory were interviewed. The interviews were arranged as group and e-mail interviews. Then, theoretical information about moisture management of timber construction was found mainly in RIL- books, SFS- instruction cards and in the new regulation given by the Ministry of Environment on moisture management of construction sites.</p> <p>As a result of this project there was a document that shows how moisture management was arranged in different construction phases and which differences there were in the new laws and regulations compared to the way of building that was used.</p>			
<p>Keywords CLT, moisture management</p>			

ESIPUHE

Haluaisin kiittää opinnäytetyön aiheesta Markku Pääkköstä ja Harri Piiraista jotka toimivat ohjaajina tilaajapuolelta. Haluaisin kiittää myös ohjaavaa opettajaa Hannu Haarasta.

Kiitokset myös haastateltaville Mauri Pulkkiselle ja Pekka Korhonen rakennusliike Kuoma Oy:stä, Tieto-Oskari Oy:n ja Crosslam Oy:n edustajia sekä Martti Huuskolle.

Kuopiossa 4.4.2018

Janne Kilponen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tavoitteet ja toteutus.....	7
1.2	Tilaaja.....	7
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	7
2	TEORIA	8
2.1	Kosteus- ja olosuhdehallinta	8
2.1.1	Kosteudenhallinnan tavoitteet	9
2.1.2	Rakennushankeen erityispiirteet.....	10
2.2	Rakennuttajan tehtävät ja valvonta kosteuden- ja olosuhdehallinnan osalta.....	12
2.2.1	Rakennuttajan tehtävät	13
2.2.2	Sopimukset.....	14
2.2.3	Rakennuttajan valvonta	14
2.3	Kosteus- ja olosuhdehallinta suunnitelmavaiheessa	14
2.3.1	Pääsuunnittelijan tehtävät	15
2.3.2	Rakennussuunnittelijan tehtävät	15
2.3.3	Rakennesuunnittelijan tehtävät	15
2.3.4	Muut suunnittelualat.....	15
2.4	Kosteus- ja olosuhdehallinta tehdasolosuhteissa	16
2.4.1	Elementtien suojaus kuljetuksen aikana.....	17
2.4.2	Rakennusosavalmistajan- ja suunnittelijan kosteudenhallintaan liittyvät tehtävät.....	17
2.5	Kosteus- ja olosuhdehallinta työmaaolosuhteissa	17
2.5.1	Urakoitsijan tehtävät	17
2.5.2	Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteet ja sisältö.....	18
2.5.3	Kosteusvastaavan tehtävät	20
2.5.4	Olosuhdehallinnan suunnittelu	21
2.5.5	Olosuhdehallinta työmaaolosuhteissa	26
2.5.6	Rakenteiden kastumisen estäminen.....	29
2.5.7	Säänsuojaus	32
2.5.8	Julkisivusuojat	34
2.5.9	Säänsuojien käytönaikaiset tarkistukset	34
2.5.10	Laadunvarmistuksessa käytettävät mittaukset.....	34

2.6	Käytönaikainen kosteudenhallinta	35
2.6.1	Kosteusriskien hallinta	36
2.6.2	Ylläpidon ja käytön osapuolet vastuut ja tehtävät	38
2.6.3	Rakennuksen tarkastus huolto ja kunnossapito	38
3	TOTEUTUS.....	41
3.1	Tutkimusmenetelmät	41
3.2	Rakennuttajan tehtävät liittyen työmaan kosteus- ja olosuhdehallintaan.....	41
3.2.1	Pääurakoitsijalta vaaditut suunnitelmat ja dokumentaatiot	42
3.2.2	Kosteudenhallinnan seuranta ja valvonta CLT-elementtien osalta	42
3.3	Tehtaalla tapahtuva kosteus- ja olosuhdehallinta	43
3.3.1	Tehtaan käyttämät mittaukset ja laadunvalvonta	43
3.3.2	CLT-elementtien suojaus ja kuljetus.....	44
3.4	Työmaalla suoritettut kosteus- ja olosuhdehallintaan liittyvät tehtävät.....	44
3.4.1	Säänsuojaus	46
3.4.2	Ilmenneet haasteet valvonnan ja rakentamisen osalta	47
3.5	Käytön aikainen kosteudenhallinta	48
3.5.1	Rakentamisen jälkeinen kosteudenseuranta	49
4	YHTEENVETO.....	50
4.1	Eroavaisuudet ja käytännön havainnot	50
4.2	Kehittämiskohteita	50
5	POHDINTA.....	52
5.1	Oman työskentelyn arviointi	52
5.2	Jatkotutkimusaiheita	52
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	53
	LIITE 1: KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMAN MALLI	59
	LIITE 2: HAASTATTELUT TYÖMAAN TYÖNJOHTO JA VALVOJA.....	60
	LIITE 3: CROSSLAMIN EDUSTAJAN HAASTATTELU.....	63

1 JOHDANTO

1.1 Tavoitteet ja toteutus

Opinnäytetyön kohteena toimii Tuupalan uusi puurakenteinen koulu. Rakennus on puurakenteinen, ja sen kantavana runkona toimii CLT-elementti. Opinnäytetyössä tarkastellaan CLT-elementtien kosteuden- ja olosuhdehallintaa rakentamisen eri vaiheissa. Tarkoituksena on tutkia miten edellä mainitut asiat ovat toteutettu rakennushankeen eri vaiheissa aina tehtaalta luovutukseen saakka ulottuvalla ajanjaksolla, mitä toimenpiteitä ja suunnitelmia kosteudenhallinta vaatii. Opinnäytetyötä varten haastateltiin vapaamuotoisella haastatteluilla työmaan henkilöstöä, valvojaa sekä CLT- tehtaan edustajaa.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta eri osasta jotka ovat teoriaosia ja haastatteluosio. Teoriaosion lähteenä on käytetty pääsääntöisesti RT-kortiston ja RIL:in julkaisuja sekä kuivaketju10 nettisivustoa.

Tavoitteena on saada kattava dokumentti, miten kosteus- ja olosuhdehallinta on tapahtunut rakentamisen eri vaiheissa.

1.2 Tilaaja

Tilaajan opinnäytetyölle toimii Kuhmon kaupunki ja työn toimeksiantajana toimi hankevastaava Markku Pääkkönen. Kuhmon kaupunki on kunta, joka sijaitsee Itä-Suomessa Kainuun maakunnassa ja siellä on asukaita vajaat 9000 henkilöä. Uuden koulurakennuksen rakentamispäätöksen takana oli Kontion vanhan koulurakennuksen sisäilmaongelmat, joiden johdosta AVI oli antanut koululle käyttö-aikaa elokuuhun 2017. Vanhan koulurakennuksen korjauskustannukset olisivat olleet liki samat ja eikä rakennuksen sisäilmaongelmat olisi välttämättä poistuneet. Uusi rakennus sijaitsee vanhan Tuupalan koulun viereisellä hiekkapohjaisella tontilla, jolla sijaitsi aikaisemmin Kuhmon yhteislukion tilat, jotka purettiin vuonna 2015.

Kohteen rakennuttamisprosessi on edennyt siten että hankesuunnitelma on tehty kesällä 2014, jonka jälkeen on kilpailutettu suunnittelu ja valittu eri suunnittelualojen suunnittelijat. Urakkakilpailu järjestettiin ensimmäisen kerran 12/2015 jonka jälkeen suoritettiin kustannussyistä suunnitelmien tarkistus. Toinen urakkakilpailu järjestettiin 5/2015. Kohteen rakentaminen aloitettiin kesällä 2015 ja kohteen käyttöönotto tapahtui 2/2018. Pääurakoitsijana toimi Rakennusliike Kuoma Oy ja kohteessa käytetyt CLT-elementit tulevat Crosslam Oy:n tehtaalta.

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

CLT= (Cross Laminated Timber) Massiivipuulevy, joka koostuu ristiin liimatuista puukerroslevyistä.

Tasapainokosteus= Kosteuspitoisuus, jolloin puuhun ei imeydy ilmasta kosteutta eikä se luovuta kosteutta ilmaan.

Höyrysulku= Rakenneosia joka on höyrytiivis, estää ilmassa olevan vesihöyryn siirtymisen.

YM= Ympäristöministeriö

2 TEORIA

2.1 Kosteus- ja olosuhtehallinta

Kosteusvaurioihin ja niistä syntyviin homeongelmiin on monia syitä. Yleensä ongelmia syntyy, kun hankeen ohjauksessa, suunnittelussa, rakentamisvaiheessa, rakennuksen ylläpidossa tai käytössä on tehty virheitä, laiminlyönti, tai syntynyttä vauriota ei ole hoidettu asiallisesti oikeaan aikaan. Lait, asetukset, ja viranomais määräykset ohjaavat kattavasti rakennuksen kosteudenhallintaa ja asettaa sille erinäisiä vaatimuksia. Homeongelmat rakennuksissa johtuvat aina rakenteiden kostumisesta. Homeongelman ainoa ratkaisu on, että haitallisia kosteuskertymiä ei pääse kertymään ja että kosteusvaurioita ei pääse syntymään. Tämä tapahtuu:

- suojaamalla rakenteet rakentamisen ja käytön aikana, jotta kosteus (vesi, höyry tai lumi) ei tunkeudu rakenteisiin
- pintarakenteiden haitallinen kostuminen estetään
- huolehtimalla siitä, että rakenteet ja pinnat jotka mahdollisesti kostuvat pääsevät kuivumaan pikaisesti, joko itsestään tai kuivattamalla joko mekaanisesti tai lämpöä ja ilmanvaihtoa hyödyntäen (RIL 250-2011, 11.)

Kuivaketju 10 määrittelee alla olevan kuvan mukaisesti kymmenen riskiä kosteudenhallintaan liittyen:



KUVA 1. Kymmenen keskeisintä kosteusriskiä (Kuivaketju10.fi)

Ympäristöministeriö on julkaissut asetuksen rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta joka ohjaa rakentamista kosteudenhallinnan osalta sen eri vaiheissa. Asetus koskee uusien rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta suunnittelua ja rakentamista. Asetus noudattaa pitkälti nykyistä rakentamismääräyskokoelman osaa C2 (1998), jonka uusi asetus korvaa. Uudessa asetuksessa on tarkennettu rakennuksen suunnitteluun ja rakentamiseen liittyviä säädöksiä, jotka ohjaavat kosteusteknisesti terveelliseen ja turvalliseen rakentamiseen (ym.fi.) Asetus on astunut voimaan 1.1.2018.

Asetus ohjeistaa rakennuksen kosteusteknisestä toiminnasta seuraavasti:

Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin. Sadevesi tai lumi ei saa kulkeutua eikä kosteus saa kerääntyä vaipparakenteisiin myöskään ikkunoiden, ovien tai muiden vaippaan liittyvien rakenteiden rakennusosien ja laiteiden kautta. Rakennuksen vai-
pan ja sen rakennekerrosten liitosten on muodostettava kokonaisuus joka estää tuulta, viistosadetta ja tuulenpainetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin.

Rakennuskosteuden ja rakenteisiin ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua haittaa aiheuttamatta. Pinnoilta kastuvien rakenteiden on kestävä veden vaikutus (ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 2017, 5§.)

Merkittävimpien kosteusriskien torjuminen alkaa suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa tulee rakennuksen kosteustekninen toimivuus huomioida ja rakenteet tulee suunnitella siten, ettei kosteuspitoisuus aiheuta merkittävää haittaa rakenteiden toiminnalle ja käytölle. Suunnittelussa tulee varautua siihen, että rakenteet voivat satunnaisesti kastua ja niillä tulee olla kyky kuivua riittävän nopeasti. (kosteudenhallinta.fi.)

2.1.1 Kosteudenhallinnan tavoitteet

Kosteudenhallinnan tarkoitus on ylimääräisen ja vahinkoa aiheuttavan kosteuden syntymisen estäminen suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon ja käytön keinoin. Siihen kuuluu kosteuden hallinta kaikissa muodoissa (vesi, lumi, jää, höyry)

Rakennushankkeen kosteus- ja homevaurioiden estämisen pääkohdat ovat esitetty alla olevassa kuvassa. (kuva 2.)



KUVA 2. Kosteudenhallinnassa huomioitavia asioita (RIL 250-2011 Kosteuden hallinta ja homevaurion estäminen 2011,12)

Rakennushankeen kannalta tärkeimmät vaiheet liittyen kosteudenhallintaan ovat:

- hankesuunnittelu
- rakennesuunnittelu
- rakentamisen valmistelu
- rakentaminen
- käyttöönotto

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennushankkeelle asetetaan täsmälliset tavoitteet koskien laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia ja ylläpitoa. Valmisteluvaiheessa tehdään tarvittavat selvitykset ja määritetään alustava toteutusmuoto.

Rakennussuunnittelussa laaditaan suunnitelmat, tuotemääritelmät rakentamista ja rakentamispalveluhankintoja varten. Tähän sisältyy myös tuote- ja järjestelmäosasuunnittelua.

Rakentamisen valmistelussa kilpailutetaan ja organisoidaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset.

Rakentamisvaiheessa varmistetaan, että sopimuksenmukainen toteutus ja lopputulos toteutuvat. Vastaanottotarkastuksessa todetaan rakennuksen valmistuminen.

Käyttöönotossa varmistetaan eri järjestelmien toiminta ja annetaan käyttöön opastus ja luovutetaan huoltokirjan aineisto huollosta vastaaville henkilöille (kosteudenhallinta.fi.)

2.1.2 Rakennushankeen erityispiirteet

Sisäilman laadun kannalta oppilaitoksen tilat ovat vaativia, koska tiloissa on ajoittain suuria ihmismääriä. Tämän johdosta ilmaan muodostuu normaalia suurempia epäpuhtausmääriä ja ilmanvaihdon tarve on suuri. Myös käyttäjistä suurin osa on herkkiä ilman erinäisille epäpuhtauksille (pieniä lapsia) Sisäilmastolla on merkitystä terveyteen, viihtyvyyteen, työtehoon sekä oppimiseen. Näiden olosuhteiden takaamiseksi sisäilmastoluokituksen tulee olla vähintään luokkaa S2 (RT 96-10939 Koulurakennus tilasuunnittelu, 4.)



KUVA 3. Valmis koulurakennus (facebook.com/tuupalanpuukoulu)

S2 sisäilmaluokitus tarkoittaa hyvää sisäilmastoa eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja eikä rakenteissa ole ilmanlaatua heikentäviä vaurioita. Lämpöolot ovat hyvät eikä vetoa yleensä esiinny. Yliämpeneminen on mahdollista kesäaikaan ja tiloissa on käyttöolosuhteisiin nähden hyvät ääni ja valaistusolosuhteet (RT 07-10946 Sisäilmaluokitus 2008,4.) Tähän tasoon päästäkseen rakennusmateriaalien tulee olla pölyä keräämättömiä M1- luokan pienipäästöisiä pintamateriaaleja. Kiinto- ja irtokalusteiden osalta tulee niidenkin päästöluokan olla M1. (RT 96-10939 Koulurakennus tilasuunnittelu, 4.)



KUVA 4. Terve talo kortin tavoitetasot ja vaatimustasot S2 sisäilmaluokkaan (RT 07-10805)

P- luokitus tarkoittaa rakennustöiden puhtausluokkaa jolla varmistetaan, että tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan käyttäjälle, eikä käytön aikana sisäilmaan kulkeudu epäpuhtauksia jotka ovat peräisin rakennusajalta. (RT 07-10946 Sisäilmastoluokitus 2008, 10.)

Märkätiloissa vesi ei saa valua eikä siirtyä kapilaarivirtauksena märkätilasta ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin. Rakenteilla jotka altistuvat vedelle tai kosteudelle, tulee altistuvien pintojen takana olla vedenerisyys. Märkätilojen kattorakenteiden on kestettävä roiskevesiä ja korkeaa ilman kosteuspitoisuutta. Vedeneristykseen tulee muodostaa kokonaisuus, joka on tiivis kaikilta kosteuseristetyiltä pinnoilta. Lattiapäällysteen tai lattian alla olevan vedeneristykseen on liityttävä vedenpitävästi seinän vedeneristykseen. (YM asetus rakennusten kosteusteknisestä toiminnasta, 28§.)

Kriittisiä kohteita rakennusteknisesti ovat:

- sadevesien ohjaus ja poisto rakennuksen läheltä
 - salaojituksen toimivuus
 - märkätilojen varmuus ja kestävyys
 - ilmanvaihto ja sen toimivuus
 - katon ja julkisivut ovat kunnossa (sateensuoja ulkopuolella, tiiviys sisäpuolella)
- (RIL 250-2011, 91.)

2.2 Rakennuttajan tehtävät ja valvonta kosteuden- ja olosuhdehallinnan osalta

Ympäristöministeriön asetus velvoittaa rakennus hankkeeseen ryhtyvän liittyen kosteudenhallintaan:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta.

Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällytettävä hankeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällytettävä myös tieto hankeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä (YM asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 2017, 12§.)

Tilaajalla tarkoitetaan henkilöä tai yritystä, joka ryhtyy rakennushankkeeseen. Hänen huolehtimisvelvollisuus on määritelty maankäyttö ja rakennuslaissa. (kuivaketju10, tilaaminen, 2017.)

Rakennuttajan lain määräämät velvoitteet on käyty läpi kohdassa 2.2.2 Rakennuttajan tehtävät.

Hänen tehtäviin kuuluu huolehtia siitä, että hanke johdetaan, suunnitellaan ja rakennetaan siten, ettei kosteusongelmaa pääse syntymään. Vastuu siirtyy omistajalle/käyttäjälle käyttö- ja ylläpitovaiheessa takuuehtojen puitteissa. Suunnitelmien noudattaminen ja valvonta ovat toteutusvaiheessa rakennuttajan tärkeimpiä tehtäviä ja kuuluvat hänen huolehtimisvelvoitteeseensa (RIL 250-2011, 39.)

Viranomaisvalvonnan tehtävät on veloitettu maankäyttö- ja rakennuslaissa seuraavasti.

Rakentamista koskevien säädösten noudattamisen valvonta kuuluu ensisijaisesti rakennusviranomaisille. Maankäyttö- ja rakentamislaki määrittää viranomaisen velvoitteet: Rakennustyön viranomaisvalvonta alkaa luvanvaraisen rakennustyön aloittamisesta ja päättyy loppukatselmukseen. Valvonta kohdistuu viranomaisten päättämissä työvaiheissa ja laajuudessa rakentamisen hyvän lopputuloksen kannalta merkittäviin seikkoihin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 149§.)

2.2.1 Rakennuttajan tehtävät

Rakennuttajan tehtäviä ohjaa maankäyttö ja rakennuslaki. Siinä määritellään eri tehtävät mitä rakennuttajan on huolehdittava ja otettava huomioon.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 119§.)

Rakennuttajan on selvitettävä, että rakennushankkeessa toimivilla suunnittelijoilla ja työjohtajilla on tehtävien vaatimukseen nähden riittävä asiantuntemus ja ammattitaito. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 119§.)

Rakentamisen laatu koostuu kahdesta asiasta, lopputuotteen laadusta ja prosessin laadusta. Rakennuttajan kannalta on tärkeää lopputuotteen korkea laatu, mutta siihen päästään varmistamalla prosessin hyvä laatu. Tavoitteiden asettelussa määritellään hankkeen laatutavoitteet, myös kosteustekniset ja ne suhteutetaan arvioituihin rakennus- ja käyttökustannuksiin.

Rakennuttaja on yleensä käyttäjä tai edustaa häntä. Tällöin päätöksentekotilanteessa tulee käyttö- ja ylläpito näkemykset tuoda esille ratkaisuja hyväksyttäessä (RIL 250-2011, 39.)

Yleiset rakennuttajan tehtävät liittyen kosteudenhallintaan:

- asettaa kohteelle laatutavoitteet kosteudenhallinnan osalta ja ne ovat selkeästi määritelty ja dokumentoitu. Ne tulevat selkeästi esille hankkeen asiakirjoista.
- varaa riittävät resurssit suunnitteluun ja toteutukseen kosteudenhallinnan laatutavoitteiden puitteissa
- määrittelee tiedonvaihtotavat eri osapuolten välille
- suunnittelu ja toteutushankinoissa varmistetaan yritysten riittävän osaamisen (referenssit) ja sen että, yrityksillä on riittävät resurssit
- varmistaa että vastuussa olevilla suunnittelijoilla on tarvittava pätevyys ja kelpoisuus hankkeen vaatimustasoon nähden
- varmistaa että valituiksi tulleilta yrityksiltä löytyy laadunhallintajärjestelmä
- määrittää muutoksien käsittelyyn rakentamisen aikana selkeät menettelytavat
- nimeää hankkeeseen sen vaativuuteen nähden tarpeellisen määrän valvojia ja tarkastajia, joiden tehtäviin kuuluu mm. kosteusteknisen toteutuksen laadun valvonta.

(RIL 250-2011, 40.)

2.2.2 Sopimukset

Rakennuttajan käytännön keinot hallita kosteudenhallinnan toimenpiteitä on sidottu pitkälti urakka-malliin ja niissä käytettyihin sopimuksiin.

Tarjouspyyntöasiakirjoissa tulee tuoda esille kosteudenhallinnan tavoitteet ja menettelytavat selkeästi, elleivät ne kuulu jo viranomaismääräyksiin tai yleisesti käytettyjen sopimusehtojen piiriin. Sopimuksen laadintavaiheessa tulee viimeistään varmistaa, että menettelyt ja vaatimukset ovat kirjattu selkeästi sopimuksiin ja liitteenä oleviin asiakirjoihin. Tarjousneuvotteluissa täytyy varmistaa, että tarjoaja on huomionnut kosteudenhallinta asiat, ymmärtää ne, ja pystyy noudattamaan vaadittuja menetelmätapoja. Sopimuksissa on tärkeää tuoda esille, miten niissä esitetyt hallintakeinoja tullaan valvomaan (RIL 250-2011, 40-41.)

2.2.3 Rakennuttajan valvonta

Rakennuttaja käyttää hankkeen haastavuudesta ja laajuudesta riippuen osaavia valvojia ja tarkastajia tarpeellisen määrän. Työmaavalvoja toimii työmaalla rakennuttajan edustajana, ja valvoo että hanke etenee suunnitelmien ja sopimusasiakirjojen mukaisesti (RIL 250-2011, 41.)

2.3 Kosteus- ja olosuhdehallinta suunnitelmavaiheessa

Kosteudenhallinnan kannalta suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa paljon rakennuksen terveellisyteen ja toimivan rakennuksen syntyyn eri suunnittelualojen ratkaisulla. Kosteudenhallinta on yksi tärkeä suunnittelukriteeri muiden vaatimusten ohella. Energiatehokkuuden ja kosteudenhallinnan hyvät ratkaisut ovat usein täysin yhteneväiset (esim. vaipan tiiveys ja ulkopinnan hyvä kosteustekninen toiminta). Suunnitelmavaiheessa otetaan kantaa rakennuksen rakennusfysikaaliseen toimintaan ja toteutukseen (RIL 250-2011,43.)

Suunnittelualojen ristiriitojen välttämiseksi suunnittelualojen tulisi tehdä yhteistyötä ja suunnitteluvaiheessa järjestää yhteissuunnittelupalavereita joissa suunnitelmien yhteensopivuus varmistetaan ja arvioidaan ristiriitakohtia (kuivaketju10.fi.)

Suunnitelmavaiheen kosteustekniset vaatimukset veloitetaan ympäristöministeriön asetuksessa seuraavasti:

Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.

Rakennuksen rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun käyttöajan ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa (YM asetus rakennuksen kosteusteknisestä toiminnasta, 2017, 3§.)

2.3.1 Pääsuunnittelijan tehtävät

Pääsuunnittelija toimii suunnittelutiimin vetäjänä. Pääsuunnittelijan vastuuseen kuuluu määritellä rakennuttajan ja tarvittaessa muiden suunnittelualojen ja asiantuntijoiden kanssa kohteen laatutavoitteet, joihin liittyvät oleellisena osana kosteudenhallinnan tavoitteet. Kaikki osapuolet osallistuvat vuorovaikutteisesti omalla asiantuntijuudella ja huolehtivat siitä, että kaikki tavoitteet siirtyvät suunnitelmiin. Pääsuunnittelijan johdolla eri alojen suunnittelijat kehittävät omat ratkaisunsa siten että kustannusvertailujen ja laatukriteerien perusteella voidaan lopulliset suunnitelmat ja päätökset tehdä (RIL 250-2011,43.)

2.3.2 Rakennussuunnittelijan tehtävät

Arkkitehdin tehtävänä on hankkeen alussa luoda toimivat puitteet ja välttää käytön ja toteutuksen kannalta riskillisiä ratkaisuja. Arkkitehti laatii vaipparakenteen ja siihen liittyvät detaljit sekä määrittää rakennuksen korkoaseman sekä määrittelee rakennuksen ympäristön (RIL 250-2011, 43.)

2.3.3 Rakennesuunnittelijan tehtävät

Rakennesuunnittelija tukee arkkitehtiä erityisesti vaipparakenteiden ja märkätilojen rakenteiden ja rakennusosien suunnittelussa. Tästä yhteistyöstä tulee syntyä kosteusteknisesti sekä arkkitehtonisesti toimivat ratkaisut. Jos kohteessa ei ole erillistä rakennusfysiikan suunnittelijaa, vastaava rakennesuunnittelija vastaa tämän osa-alueen suunnittelusta. Vastaava rakennesuunnittelija vastaa myös oman työn yhteensovittamisesta eri osa-alueiden kesken ja varmistaa että, suunnitelmat muodostavat kattavan kokonaisuuden.

Erityistehtävät jotka liittyvät vastaavan rakennesuunnittelijan kosteudenhallinnan laadunvarmistukseen ovat:

- vastaa rakenneteknisestä laadusta jotka, suunnitellaan arkkitehtisuunnitelmien pohjalta
- vastaa oman rakennesuunnittelun laadusta työnsä osalta
- toimittaa tarvittavat tiedot osarakennesuunnittelijalle (mm. tiedot kuormista ja mitoista) ja varmistaa että, tiedot on ymmärretty oikein ja että laaditut osarakennesuunnitelmat ovat tarpeeksi kattavat ja ne ovat yhteensopivat liittyvien rakenteiden kanssa
- varmistaa eri suunnitteluosapuolten tekemät rakennesuunnitelmat ovat yhteensopivat
- osallistuu sovituissa laajuudessa työmaa- ja tuotantotarkastuksiin (RIL 250-2011, 44.)

2.3.4 Muut suunnittelualat

IV-suunnittelija varmistaa omalla ilmanvaihtosuunnitelmallaan, että tavoitteen mukainen sisäilmasto täyttyy ja yhteistoiminta rakennejärjestelmän kanssa toteutuu.

LV-suunnittelija osallistuu pihan ja rakennuspohjan vedenpoiston hallintaan sekä suunnittelee toimivan lämpö- ja vesijärjestelmän.

Sähkösuunnittelija osallistuu tarvittaessa suunnitelmilla rakennuksen osakohteiden esim. kosteiden tilojen lämmitystarpeiden tyydyttämiseen.

Erityisasiantuntijat osallistuvat hankekohtaisesti. Tällaisia suunnittelunaloja ovat esim. energiatekninen suunnittelu, automaattikasuunnittelu ja akustinen suunnittelu (RIL 250-2011, 44.)

2.4 Kosteus- ja olosuohdehallinta tehdasolosuhteissa

Rakennusosien valmistus tapahtuu teollisesti hallituissa olosuhteissa suojassa sään vaikutuksilta. Näin ehkäistään haitat joita säänvaihtelu aiheuttaa. Rakennusosista on annettu kosteussuositukset joita, noudatetaan valmistuksessa ja laatujärjestelmästä voidaan tarkistaa dokumentoitu laatu. Puutuotteet joita käytetään rakennusosissa ovat teollisesti valmistettuja ja kuivattuja, ja niiden kosteus ylitä sallittuja raja-arvoja. Ennen asennusta tarkistetaan valmistajan laatujärjestelmän mukaisesti puutuotteiden kosteusprosentti (puuinfo.fi.). SFS määrittää käytetyn puutavaran kosteuspitoisuuden ja tehtaalla tuotantolinjaston olosuhteet.

Standardi SFS-EN 16351 mukaan tuotanto- ja tiloissa joissa liima kovettuu ilman lämpötilan ja suhteellisella ilman kosteudella tulee varmistaa, että liimasauman vaatima lämpötila saavutetaan ja että rakenneosan kosteuspitoisuudessa ei tapahdu haitallisia muutoksia liiman kovettumisen aikana. Tuotantotilojen lämpötilan tulee vähintään olla 15 °C.

Liiman valmistajan ohjeita on noudatettava ja liimasaumojen kovettuessa paineen alaisena ja sen jälkeen tulee ilman lämpötilan olla vähintään 18 °C. Ilman suhteellinen kosteus tulisi olla 40 % - 75 % välillä ja liiman kovettumisen aikana vähintään 30 % (SFS-EN 16351, 2015, 82.)



KUVA 5. Havainne kuva CLT-elementeistä (crosslam.fi)

CLT- elementeissä käytetyn puutavaran tulee olla lujuusluokiteltu kuusta tai mäntyä EN-14081-1 standardin mukaan. Sen kosteuspitoisuus tulee olla $(12 \pm 2 \%)$.

2.4.1 Elementtien suojaus kuljetuksen aikana

Todennetaan ennen kuljetusta että, tuotteiden suojaus on riittävä ja se on ehjä. Tuotteen kuljetus tapahtuu työmaalle säältä suojattuna, tai katetulla rekalla. Kuljetuksen ajoitus tapahtuu siten että, välivarastoinnin ja siirtojen määrä minimoituu. Elementtiniippujen suojaus tulee toteuttaa siten että, ne kestävät tarvittaessa vettä. (puuinfo.fi.)

2.4.2 Rakennusosavalmistajan- ja suunnittelijan kosteudenhallintaan liittyvät tehtävät

Rakennusosien tuotesuunnittelijoiden sekä valmistajien vastuuseen kuuluvat valmisosat, niiden laatu, ja suunnittelu. Heidän osa-alueeseen kuuluvia erikoistehtäviä liittyen kosteuden- ja laadunhallintaan ovat:

- tuotteet valmistetaan noudattaen omaa laatujärjestelmää
- varmistaa että toimituksen matkassa on rakennusosien varastointiin ja käyttöön liittyvät ohjeistukset
- noudattaa kosteudenhallintasuunnitelmaa, sekä tarkastaa ja täydentää sitä tarvittaessa
- toimittaa vaadittavat tiedot tuotteistaan ja suunnitelmista vastaavalle rakennesuunnittelijalle
- toimittaa tuoteosasuunnitelmansa ajoissa vastaavalle rakennesuunnittelijalle ja arkkitehdille, jotta he voivat tarkistaa ne ennen osien valmistuksen alkamista.

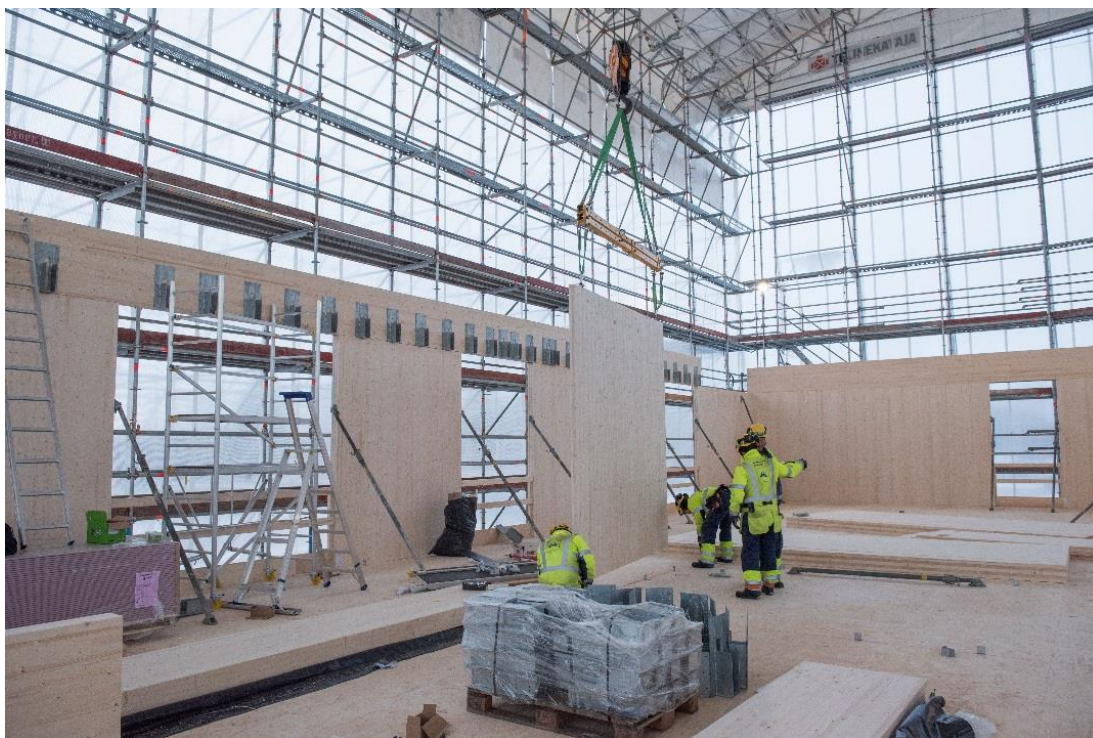
On äärimmäisen tärkeää että, rakennusosatoimittajat ja eri alojen urakoitsijat sitoutetaan kosteudenhallintasuunnitelmaan. Tämä voidaan varmistaa mm. sopimusteknisillä keinoilla (RIL 250-2011, 94.)

2.5 Kosteus- ja olosuhdehallinta työmaaolosuhteissa

Urakoitsija toteuttaa ja järjestää olosuhteet tilaajan ja suunnittelijoiden määrittelemien tavoitteiden mukaan. Urakoitsija tekee työmaalle kosteudenhallintasuunnitelman, ja sitouttaa aliurakoitsijat noudattamaan sitä. Urakoitsijan puolelta on myös valittu henkilö, joka valvoo, että kosteudenhallintasuunnitelmaa noudatetaan. Alla olevissa luvuissa käydään tarkemmin läpi urakoitsijan tehtävät liittyen kosteuden- ja olosuhdehallintaan.

2.5.1 Urakoitsijan tehtävät

Kohteen toteuttavat eri alojen urakoitsijat yhteistyössä suunnittelijoiden, rakennuttajan ja rakennusosatoimittajien sekä muiden osapuolien kanssa. Toteutusvaiheessa kosteudenhallintaan liittyvät suunnitelmat tarkentuvat tarvittaessa toteuttajan omille menetelmille sopivaksi. Tarvittavilla tarkastuksilla varmistetaan työsuoristusten ja järjestelmien tekninen toimivuus. Työmaan kosteudenhallintaan liittyvät toimenpiteet tulee hoitaa asianmukaisesti (kuivumisajat, suojaus).



KUVA 6. CLT-elementtien asennus (© Huzza/Huusko Martti, 2017-01-17)

Urakoitsijat vastaavat siitä, että toteutus tapahtuu suunnitelmien mukaisesti ja niihin liittyvät työmaatoiminnot ovat viranomaismääräysten ja sopimusasiakirjojen mukaiset. Laadunvarmistukseen ja kosteudenhallintaan liittyvät erityistehtävät jotka kuuluvat urakoitsijoille ovat:

- kosteudenhallintasuunnitelman osalta pääurakoitsija tarkentaa ja täydentää suunnitelmaa omalta osalta ja sitoutuu noudattamaan sen sisältöä (suojaus, kosteudenhallinta).
- pääurakoitsijan tehtäviin kuuluu huolehtia oman työn ja työmaan laadunvalvonta, joka tehdään yhteistyössä hankeen muiden osapuolten kanssa.
- aikatauluvastuun puitteissa pääurakoitsija valvoo, että tuoteosavalmistuksen ja suunnittelun yhteistyö toimii ja että sovitussa aikataulussa pysytään.
- kosteudenhallintaan liittyvät tehtävät ja niiden hoito sekä työnjako on määritelty selkeästi pää- ja aliurakoitsijoiden välisissä sopimuksissa

Urakoitsijan puolesta työmaan kosteudenhallinnasta vastuussa voi olla erillinen työnjohtaja ns. kosteusvastaava. (RIL 250-2011, 93.) Kosteusvastaavan tehtävät on käyty läpi kohdassa 2.5.3.

2.5.2 Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteet ja sisältö

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältö on määritelty ympäristöministeriön asetuksessa 216/2015. Kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällytettävä tiedot toimenpiteistä, joilla rakennusaineet, tuotteet ja rakennusosat suojataan sään aiheuttamilta tai työmaan olosuhteista johtuvilta haittavaikutuksilta sekä toimenpiteistä joille kosteussuojaus toteutetaan ja rakenteiden kuivuminen varmistetaan (YM asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä, 2015, 15§.)

Kun tavoitteena on hyvä ja vaatimukset täyttävä rakennus tulee kosteudenhallinnan olla luonnollisena osana työmaan työsuunnittelua ja laadunhallintaa. Työmaalla erityiset tavoitteet liittyen kosteudenhallintaan ovat:

- materiaalien sekä tuotteiden haitallisen kastumisen estäminen
- rakenteiden riittävän kuivumisen varmistaminen ilman aikatauluviivettä
- kuivatustarpeiden vähentäminen

Puurakentamiseen osalta laadunhallinnassa on erityisesti huomioitava seuraavat asiat:

- tiedonhallinta ja tiedonkulku hankeen eri osapuolten välillä
- runko-osien asennusaikainen ja lopullinen jäykistys
- liitosten toimivuus vaativissa rakenteissa koskien puun kosteuselämistä
- kosteuseläminen ja rakennusosien fysikaalinen toiminta
- kuivumiseen liittyvä mahdollinen halkeilu rakenneosissa
- muodonmuutokset johtuen kosteudenmuutoksissa suurissa rakennusosissa
- paloturvallisuus (SFS 5978, 11.)

Työmaan kosteudenhallinta jaetaan seuraaviin pääkohtiin:

- kosteusriskien kartoittaminen
- kuivumisaikojen arviointiin
- olosuhteiden hallintaan ja suojauksiin
- mittaussuunnitelmat mm. kosteuden ja tiiveyden osalta
- seurannan, valvonnan ja organisoinnin järjestämiseen
- raportointiin

Edellä luetellut tiedot tulee kirjata työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan. Arviot kosteusriskeistä tulee perustua vaativien kosteudenhallintatehtävien ja kohteen ominaispiirteiden selvittämiseen esimerkiksi suunnitelmien pohjalta (RIL 250-2011, 94.) Yllämainittujen asioiden lisäksi työmaan kosteudenhallinta tulee tehdä tilaajan esittämien tavoitteiden ja ohjeiden mukaisesti.

Tilaajan on kirjattava vaatimansa tavoitteet kosteudenhallinnan toimenpiteiden tasosta ja laajuudesta sekä vastuunjaosta urakkatarjousasiakirjoihin. Tilaajan antamat ohjeistukset ja erikseen antamat hankekohtaiset ohjeet on urakoitsijan otettava huomioon työmaan suunnittelussa. Tällaisia ohjeita ovat esimerkiksi säänsuojan käyttö ja se missä vaiheessa säänsuoja tulee asentaa (kosteudenhallinta.fi).

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on tärkeintä varmistaa rakenteiden kosteustekninen toiminta. Suunnittelijoiden tehtäviin kuuluu määrittää riskirakenteet ja täydentää rakennuttajan aloittamaa kosteudenhallinta-asiakirjaa. Suunnitelmissa mahdolliset kosteusteknisesti kriittiset rakennusosat kartoitetaan ja niiden kosteustekninen toiminta varmistetaan. Kartoituksen pohjalta kosteudenhallintasuunnitelmaan kootaan riskialttiit rakenteet, materiaalit ja tuotteet. Näiden kohdalle määritellään toimenpiteet, jotka sovitaan tehtäväksi työmaalla kosteudenhallinnan onnistumisen takaamiseksi. Rakenteita tulee tarkastella rakennusaikaisen, että käytönaikaisen käytön näkökulmasta.

Kriittisiä ratkaisuja kosteusteknisen hallinnan kannalta ovat seuraavat:

- kerroksellisten lattioiden kastumisvaara ja niiden kuivuminen
- yläpohjarakenteiden kastumisvaara ja niiden kuivuminen
- vesitiiveys ja tuuletuksen toimiminen aukkojen liittymien osalta
- rakenteiden liikuntasaumot ja vedeneristys
- räystäsrakenteiden liittymät
- seinärakenteiden liittyminen vesikattoon
- kuivumismahdollisuus rakenteiden osalta myös valmiissa rakennuksessa (rakenteiden osalta jotka omaavat kuivumismahdollisuuden)
- rakenteet iv- konehuoneessa
- rakenteet märkätiloissa
- piha- ja kattovesien poisjohtaminen hallitusti
- kastumisen estäminen materiaalien kuljetuksen, varastoinnin, asentamisen ja työn aikana
- rakenneratkaisut joidenka kosteusteknisestä toiminnasta ei ole aikaisempaa käytännön kokemusta (kosteudenhallinta.fi.)

Työmaalle tehtävä kosteudenhallintasuunnitelmille löytyy erilaisia pohjia, joita voidaan hyödyntää, kun hankkeeseen tehdään kosteudenhallintasuunnitelmaa. Malliesimerkki on otettu kosteudenhallinta.fi sivulta ja mallipohja löytyy liitteenä 1 sivulta 56.

Rakennuttajan laatutavoitteet toimivat työmaan kosteudenhallintasuunnitelman pohjana. Suunnitelma pohjautuu kohteesta tehtyyn riskikartoitukseen, jossa kriittiset laatutekijät ja kosteustekniset riskit tunnistetaan ja kirjataan ylös. Tärkeää on huomioida ne asiat, joilla on merkitystä (RIL 250-2011, 95).

2.5.3 Kosteusvastaavan tehtävät

Rakennustyömaalla jokaisen osapuolen tulee huolehtia ja tiedostaa omaan vastuualueeseen kuuluvat kosteusteknisesti tärkeät asiat sekä ilmoittaa havaituista kosteusriskeistä tai vaurioista välittömästi työmaan työnjohdolle. Osapuolten tehtävät ja vastuut kosteudenhallinnan osalta tulee sopia jo sopimusasiakirjoissa. Kosteusvastaava voidaan nimittää työmaalle ja hän seuraa ja tukee eri osapuolien työmaan kosteudenhallintasuunnitelman toteutumista seuraavasti:

- kosteusvastaava valitaan työmaalle ja hän on mieluiten päätoiminen
- tarkkailee työmaatta päivittäin ja dokumentoi havainnot siten että työmaan kosteustapahtumat muistetaan
- huolehtii että, kosteudenhallintasuunnitelmassa huomioon otettavaksi sovitut asiat toteutetaan suunnitelmien mukaisesti ja raportoi poikkeuksista sovituille tahoille
- tarkkailee työmaan olosuhteita ja hankkii tarvittaessa työmaalle lämmittimiä ja kuivattimia
- varmistaa että suunnitellut suojaukset ja vedenohjaukset toimivat
- tarvittaessa järjestää paremmat ratkaisut ja korjaa havaitut puutteet

- tilaa tarvittavat mittaukset ja tutkimukset sekä pyytää tarvittaessa paikalle konsultin tai mitaajan (RIL 250-2011, 107-108.)

Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävät ja vaaditut pätevyudet määräytyvät hankkeen vastaavan työnjohdon vaatimusluokan perusteella. Lopullisen vaatimusluokan kohteelle määrää kunnan rakennusvalvonta. Koordinaattorin tehtäviin kuuluu raportointi tilaajalle, mahdollisesti RALA:lle ja rakennusvalvonnalle jos tilaaja sitä erikseen vaatii (kuivaketju10.)

Kaikista tärkeimmistä kosteudenhallintaan liittyvistä kohdista tulee tehdä yhden sivun mittainen muistilista, joka on kaikkien nähtävillä. Kosteudenhallinnan suorittamisesta, vesivahingoista, poikkeusolosuhteista, mittaustuloksista sekä rakenteiden päällystämispäätöksestä dokumentoidaan tarkoituksenmukaisissa asiakirjoissa. (RIL 250-2011, 107-108.)

Kosteudenhallintakoordinaattori voi käyttää apunaan myös kuivaketju10 sivun riskilistoja ja todentamishjeita apunaan kosteudenhallinnan valvonnassa, perehdytyksessä ja raportoinnissa.

2.5.4 Olosuhdehallinnan suunnittelu

Pääkeinoina urakoitsijalla kosteudenhallintaan on rakenteiden ja materiaalien oikeaoppinen suojaaminen ja riittävien kuivumisolosuhteiden järjestäminen lämmityksellä, tuuletuksella ja tarvittaessa kosteudenpoistolla (kosteudenhallinta.fi.)

Olosuhdehallinta on yksi osa kosteudenhallintasuunnitelmaa. Siinä sovitaan toimenpiteistä, joilla yritetään estämään rakenteiden sekä rakennusmateriaalien työmaa-aikainen kastuminen, sekä luomaan optimaaliset olosuhteet rakenteiden kuivattamiseksi. (RIL 250-2011, 101.)

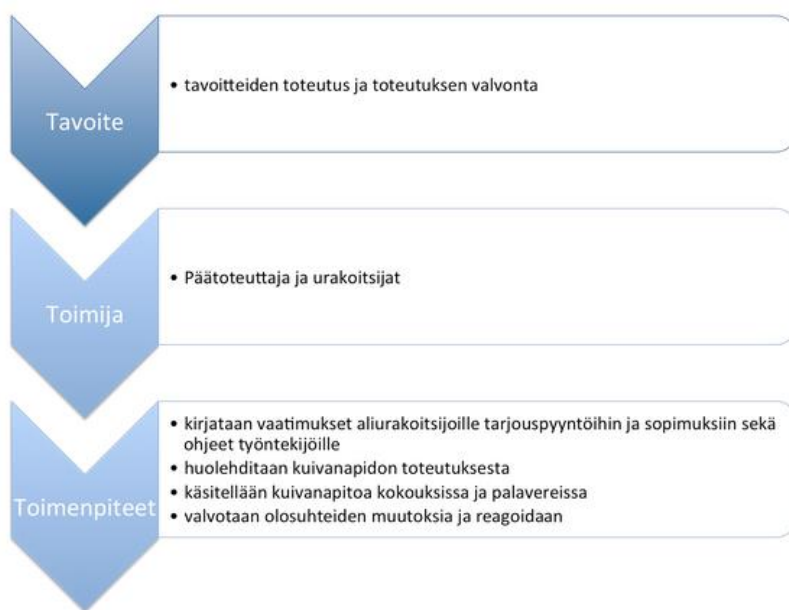


KUVA 7. Käytettävien elementtien välikvarastointi (© Huzza/Huusko Martti, 2017-01-29)

Puurakenteita koskevat säänsuojaustasot ja niillä saavutettavat puun kosteuspitoisuudet ovat seuraavat:

- Suojaustaso ST0, ei suojausta jolloin kosteuspitoisuus riippuu ilmastosta. Suositellaan käytettäväksi talvikausina ja lyhyinä jaksoina.
- Suojaustaso ST1 muovi tai pressusuojaus rakenteiden päällä. Kosteuspitoisuus on alle 20 %, mutta rakenteiden tuulettuvuus on varmistettava
- Suojaustaso ST2 katesuoja. Kosteuspitoisuus on sama kuin S1 suojauksessa mutta suojaus on varmempi.
- ST3 sisäolosuhteet tai lämmitetty telttasuojaus. Puun kosteuspitoisuus on alle 15 %. (SFS 5978, 20.)

Säänsuojien riittävyys on työmaasuojauksen peruseriaate, Suojia tulee olla vähintään sama määrä mitä on suojattavia rakenteita ja materiaaleja. Olosuhdehallinnan suunnittelusta vastaa vastaava työnjohtaja tai hänen nimeämä henkilö joka voi olla työmaan kosteusvastaava (RIL 250-2011, 101.) Kosteusvastaavan tehtävät on käyty kohdassa 2.5.3.



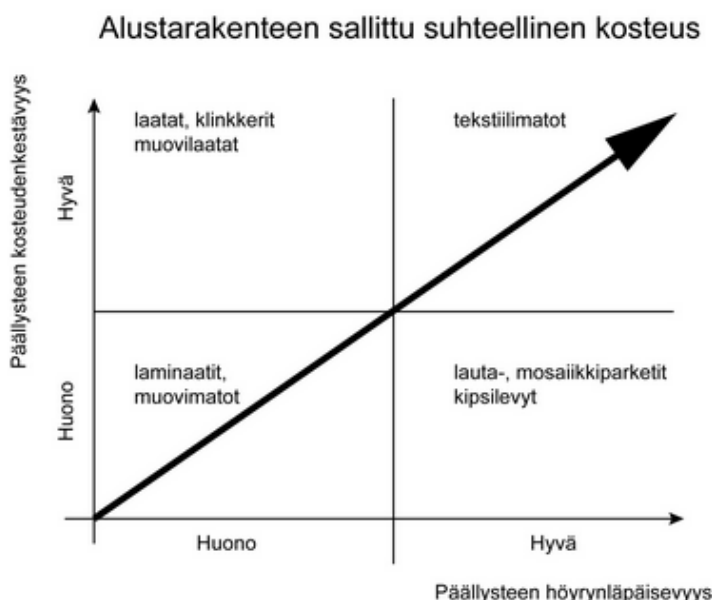
KUVA 8. Kosteudenhallinnan pääpiirteet. (kosteudenhallinta.fi)

Rakennustyömaalla olosuhdehallintaan liittyviä toimenpiteitä:

- kartoitetaan mahdolliset riskit ja toimenpiteet niiden ehkäisemiseksi
- laaditaan tarvittaessa kuivumisaika-arvio, joka viedään aikatauluun
- suunnitellaan tarpeellinen rakenteiden kuivatus ja toteutus
- kuivumisolosuhteiden mittaaminen suunnitellaan ja toteutetaan

Työmaalla mitattavia asioita ovat kuivumisolosuhteet ja rakenteiden kosteuspitoisuudet. Mittauksilla pyritään varmistamaan, että rakenteet ovat kuivuneet riittävästi ennen rakenteiden pinnoittamista. Rakenteista mitataan yleensä kosteutta ja lämpötilaa. Rakenteiden lämpötilaa seuranta on tärkeää koska sillä on merkitystä kuivumisnopeuteen ja mittausten luotettavuuteen (kosteudenhallinta.fi.)

Jokaisella pinnoitemateriaalilla on oma kriittinen kosteusraja-arvo, jonka alle ennen pinnoittamista tulee rakenteen kuivua. Betonirakenteissa tämä tarkoittaa sitä, että tavoitteellinen suhteellinen kosteus määräytyy pinnoitettavan materiaalin vesihöyryn läpäisevyyden ja kosteudenkestävyyden mukaan. Useimmilla liimattavilla materiaaleilla tämä arvo on 85 % RH. Materiaalivalmistajan ilmoittamia tavoiteraja-arvoja tulee noudattaa.(kosteudenhallinta.fi.)



KUVA 9. Betonirakenteiden päällystettävyyden arviot (kosteudenhallinta.fi)

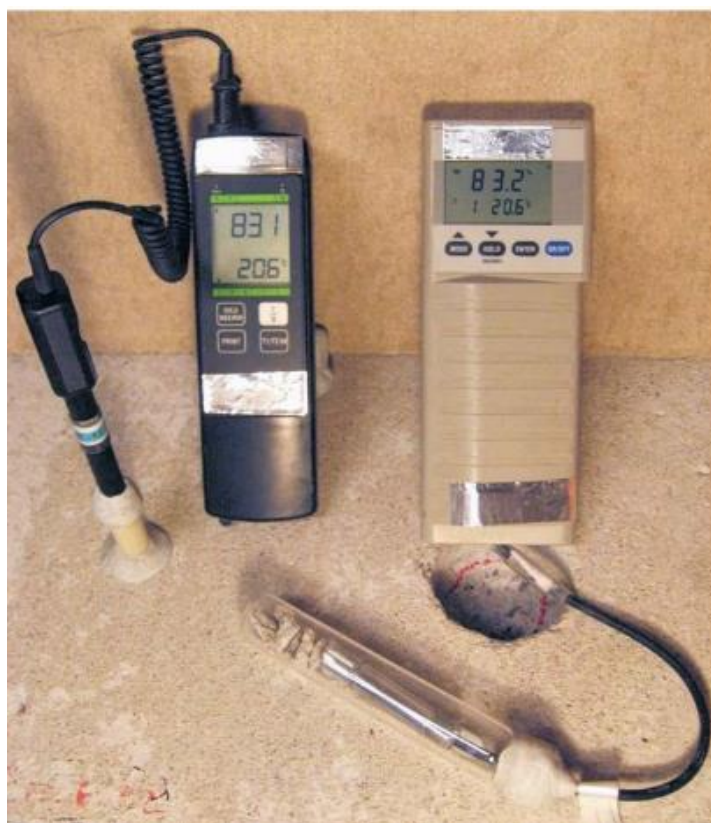
CLT- elementeillä toimituskosteus on 12 % ja suunnittelukosteustila käyttöluokka 1 alle 12 %. (SFS 5978,49.) Tämän johdosta CLT-elementit voidaan vahata heti asennustöiden päätyttyä ja merkittävää kosteuselämistä ei rakenteessa pitäisi tapahtua. Puupinnoissa joissa pinnoitteena on vahaa rakenteiden vaadittu puun suhteellinen kosteus oltava alle 18 % ja lämpötilan yli 10 °C joka on alin käsittelylämpötila. Pintojen tulee olla huolellisesti puhdistettuja. (osmocolour.com).

Rakenteiden sisälämpötilan mittauksessa käytetään normaalisti nestelämpömittaria tai elektronista lämpömittaria. Rakenteiden lämpötilaa voidaan myös arvioida pintamittarilla. Nestemittarit vaativat rakenteisiin upotetun putken ja elektroniset mittarit vaativat mitta-anturan joka upotetaan rakenteeseen.

Betonirakenteiden kosteusmittaukset aloitetaan, kun rakennuksen runko, ikkunat ja vesikatto ovat valmiit ja kuivumiseen tähtäävä lämmitys on aloitettu. Mittauksia suoritetaan 2-4 viikon välein ja seurannan tarkoituksena on todentaa rakenteiden kuivuminen. Rakenteiden kosteudenmittauksella tarkoitetaan yleensä suhteellisen kosteuden mittaamista porareikä tai näytepalamenetelmällä, jota käytetään yleensä betonirakenteiden kosteudenmittauksessa. Rakenteista voidaan myös mitata pintamittarilla pintakosteutta ja puurakenteista kosteutta mitataan piikkimittauksilla tai pintamittarilla. Betonirakenteiden kosteutta seurataan säännöllisesti ja sillä tarkistetaan, onko rakenteiden kuivuminen edennyt toivotusti. Betonirakenteet joiden kosteutta seurataan, yleensä päällystetään tai pinnoi-

tetaan. Betonirakenteen kosteus tulee alittaa päällystettävän materiaalin suhteellisen kosteuden ylärajan. Tällä varmistetaan, ettei pinnoitemateriaali vaurioidu tai rakenteeseen ei myöhemmin pääse syntymään kosteusvauriota. (kosteudenhallinta.fi.)

Porareikämittausta käytetään yleensä betonirakenteiden kosteuden mittaukseen. Kosteutta mitataan 16mm halkaisijaltaan olevasta porareikästä, joka puhdistetaan, tiivistetään ja annetaan tasaantua ennen mitta-anturan asentamista. Porareiän tasaantumisaika on 3-7 vrk ja mitta-anturan tasaantumisaika on 1-24 tuntia. Anturaan kytketään mittalaite, jolla luetaan rakenteen suhteellinen kosteus ja lämpötila.



KUVA 10. Porareikä ja näytepalamittari (RT 14-10984, 2010)

Näytepalamittaus on luotettavampi ja nopeampi mitä porareikämittaus. Sitä tulisi käyttää silloin kun rakenteen lämpötila ei ole lähellä sen käyttölämpötilaa joka on +20 °C. Näytepalamittaus tapahtuu siten että rakenteeseen tehdään reikä tai kuoppa, josta piikataan taltalla irti näytepaloja, jotka laite-taan välittömästi koeputkeen. Näytekappaleen tilavuus tulee olla 1/3 koeputken tilavuudesta. Tämän jälkeen koeputkeen asennetaan mitta-antura, jonka annetaan tasaantua 2-12 tuntia mittalai-tevalmistajan ohjeiden mukaisesti (kosteudenhallinta.fi.)



KUVA 11. Piikkimittari (raklamit.fi)

Puutuotteiden kosteutta mitataan yleensä piikkianturikosteusmittarilla. Mittari ilmoittaa puun kosteuden siltä syvyydeltä mihin piikit uppoavat. Piikit voidaan upottaa puuhun joko painamalla tai järeämissä mittareissa iskemällä vasaralla jolloin mittapää uppoaa helpommin haluttuun syvyyteen. Puun kosteusmittarit antavat mittaustuloksen puun kosteudenpitoisuusprosentteina jonka mitta-alue on 7-40 % (Ratu-1215-S, 2006,10.)

Kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään mm. puurakenteiden tavoitekosteudet rakentamisen eri vaiheissa ja keinot sekä tarkastukset kosteuspitoisuuksien todentamiseksi. Rakennuskohteen vastaava rakennesuunnittelija tai tuoteosan suunnittelija asettaa kantavien puurakenteiden vaatimukset kosteudelle ja määrittää tarvittavat suojaukset tämän varmistamiseksi. (SFS 5978, 18). Työmaalla varastointi ja rakentamisaikaista kosteutta hallitaan suojauksella, jolla pyritään estämään puisten rakennusosien liiallista kastumista (SFS 5978, 19.) Suojaustasot ovat käyty läpi sivulla 19. Suojaustason määrittää tilaaja jo suunnitelmavaiheessa ja vaaditut toimenpiteet tuodaan esille urakkatarjousasiakirjoissa.

Toimituskosteus CLT- elementeille on 12 % joka tarkoittaa sitä, että elementit eivät vaadi työmaalla lisäkuivatusta ennen päällystämistä, mikäli elementit eivät pääse kastumaan. Jos puurakenteet pääsevät kastumaan tulee niiden kuivuminen varmistaa.

Puuvalmisteisten materiaalien kuivumisen varmistaminen tapahtuu siten että ilman kosteuden ja lämpötilan ovat sellaiset, että puun riittävä kuivuminen on mahdollista. Tämä varmistetaan siten että huonetilojen tuuletusilma on kuivaa ja sisäilmaa hieman viileämpää koska lämpimämpi ilma jäähtyy ja suhteellinen kosteus kasvaa. Ilma ei myöskään saa olla liian kylmää koska se voi aiheuttaa puurakenteissa halkeilua. Kuivuminen varmistetaan huolehtimalla huoneiden ilmanvaihdoista, rakenteiden tuulettuvuudesta ja rakennekerrosten oikeaoppisesta fysikaalisesta toiminnasta ja sen varmistamisesta (RIL 240-2006,68.)

Huonetiloissa olevaa ilmankosteutta voidaan alentaa ilmanvaihtoa tehostamalla. Erityisesti on huolehdittava kosteuden tilojen ilmanvaihdosta. Tällaisia tiloja ovat mm. kylpyhuoneet. Tilapäinen tai lyhytaikainen kosteuden nousu ei vaurioita rakenteita, jos rakenteet pääsevät välillä kuivumaan

Mahdollisuuksien mukaan rakenteet tulee tehdä tuulettuviksi. Tämä korostuu erityisesti kastuvien rakennusosien osalla. Kylmää- ja kostea ilmaa ei saa päästää kulkeutumaan tiloihin, joissa ulkoilman kosteus- ja kylmyys voivat aiheuttaa ongelmia. Tuuletusilman kulku saadaan riittäväksi pystysuorissa raoissa sekä kanavissa. Ilman kulkeutumista estäviä esteitä tulee välttää tuuletustiloissa esim. pysty-verhouksen takan oleva vaakarimoitus ei saa olla yhteneväinen.

Puurakenteissa rakennekerrosten tiiveydessä tulee huolehtia että, rakennetta ei eristetä sitten, että kosteus ei pääse poistumaan rakenteesta. Ilman ja vesihöyryn läpäisevyyden tulee kasvaa sisältä ulospäin mentäessä. Tämä tarkoittaa useimmiten höyrysulkumuovia, joka asennetaan rakenteen ns. lämpimälle puolelle ja se estää kosteuden siirtymisen rakenteen läpi.

Tiivis ulkoverhous on mahdollinen, mutta sen takana on riittävä tuuletusrako, tai rakenteen kuivumiskyky on varmistettava muulla keinolla (Ratu 240-2006,68-69.)



KUVA 12. Yläpohjan ja CLT seinän höyrysulun liittymä (KILPONEN, 2017-05-22)

CLT- elementin ilmatiiviys on standardin EN 12114 mukaan täysin ilmatiivis jolloin varsinainen rakenne ei vaadi höyrinsulkua, mutta muut rakenteet ja liittymät vaativat erillisen höyrinsulun.

2.5.5 Olosuhdehallinta työmaaolosuhteissa

Työmaalla tapahtuvalla olosuhteiden järjestämisellä ja hallinnalla on tarkoitus minimoida rakennuksen kosteusriskit ja varmistaa että kohde voidaan toteuttaa eri sääolosuhteissa ja että suunnitelmien mukainen aikataulu toteutuu sekä mahdollisesti kostuneiden rakenteiden kuivuminen on mahdollista.

Tarvittaessa rakenteille järjestetään optimaaliset kuivumisolosuhteet. Rakenteiden kuivuminen tapahtuu fysikaalisten kosteudensiirtymäilmiöiden vaikutuksesta. Kosteus voi siirtyä painovoimaisesti, kapilaarisesti, diffuusiolla tai kosteuskonventiolla. Rakenteiden kuivatuksessa käytetyt menetelmät ovat usein luonnollinen kuivaminen, lämpötilan nostaminen, lämpötilaeron luominen, ilmavirtauksen luominen ja mahdollisesti koneellinen kuivaaminen esim. kosteudenerottimella. Merkittävä vaikutus kosteuden poistumiseen rakenteista on lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. Ilman suhteellinen kosteus tulee olla riittävän alhainen, jotta rakennuksessa oleva ilma voi ottaa vastaan rakenteesta poistuvaa kosteutta.



KUVA 13. Sähkötoiminen rakennuskuivain (ikh.fi)

Kuivattamisen tarkoitus on poistaa rakenteissa olevaa kosteutta mahdollisimman vähällä lisälämmityksellä. Tilat joissa käytetään kuivaamisessa lisälämmitystä, tulee olla myös tehokas ilmanvaihto. Kuivatusprosessi koostuu kolmesta tekijästä:

- alennetaan ilman suhteellista kosteutta
- kohotetaan rakenteen lämpötilaa
- rakenteiden pinnalla ilma liikkuu

Sisäilman lämpötilan rakenteita kuivattaessa olisi oltava vähintään +20 °C ja ilman RH korkeintaan 50 %.

Suunnitellessa työmaan kuivatusta vuodenajat tulee aina ottaa huomioon. Talvella kuivatus on tehokkainta, kun nostetaan lämpötilaa. Keväällä ja loppusyksystä lämpötilan nosto edistää rakenteiden kuivumista, mutta samalla ilmanvaihtoa tulee tehostaa. Alkusyksystä ja kesällä ulkoilman kosteus voi olla niin suuri, että ilman kuivuminen edellyttää erillisten kosteudenkerääjien käyttöä. Kosteudenkerääjien käyttö vaatii tilojen huolellista osastointia, jotta kosteudenkerääjät eivät kerää ulkoilmassa olevaa kosteutta vaan rakenteista vapautuvaa.

Kun kuivausmenetelmää valitaan, on varmistettava että:

- sisäilman kapasiteetti riittää vastaanottamaan rakenteista vapautuvan kosteuden
- riittävä sisälämpötila
- sisäilman vaihtuu riittävän usein (kosteushallinta.fi.)



KUVA 14. Vesikattotyöt säänsuojan alla (© Huzza/Huusko Martti, 2017-02-10)

Oleellisena osana olosuhteiden hallintaa on rakenteiden oikeaoppinen suojaaminen. Työkohteen suojaus voidaan toteuttaa erillisillä säänsuojilla tai julkisivusuojalla. Näillä suojilla estetään tuotteiden vaurioituminen, ulkonäöllisten ja muiden laatuvirheiden syntyminen sekä estetään terveyshaittoja aiheuttavia mikrobikasvustoja syntymästä. Suojaus parantaa usein myös työolosuhteita, tällöin työ- mukavuus ja tehokkuus paranevat, sairastumisalttius pienenee ja työnlaatu paranee. Säänsuojaus vähentää lumen poistamis- ja sulattamistarvetta. (RIL 250-2011, 95.)

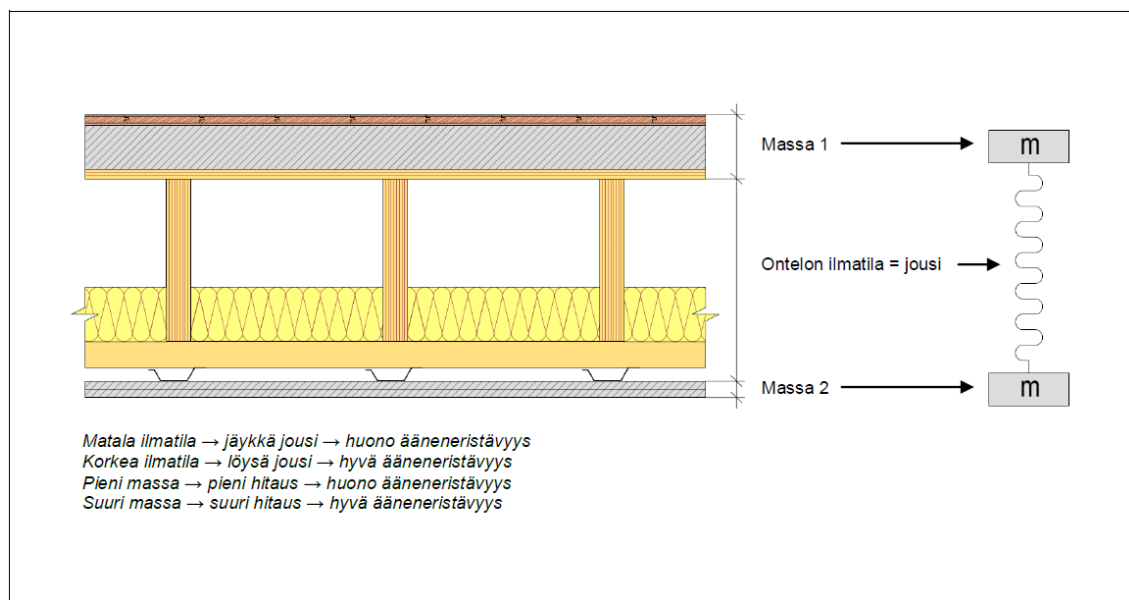
SFS-5978 Puurakenteiden toteuttaminen ottaa kantaa rakennustyömaalla tapahtuvaan suojaukseen ja kastuneen puutuotteiden kuivatuksen ja suunnittelukäyttöluokan kosteus- ja lämpötilaolosuhteisiin seuraavasti:

Rakennustyömaalla varastointi- ja asennusaikaista kosteutta hallitaan suojauksella, jolla pyritään estämään puisten rakennusosien liiallista kastumista. Kastuneen puun kuivatus järjestetään riittävän hitaaksi, jotta vältetään puun halkeilulta. Hallittu kuivaus on erityisen tärkeä, etenkin massiivisissa poikkileikkauksissa. Kuivatusolosuhteiden on oltava sellaiset, että mitatun puunkosteuden ja puun kuivumisolosuhteiden tasapainokosteuden ero on korkeintaan 6 %. Mikäli puuosaa täytyy kuivattaa tätä enemmän, kuivaus järjestetään useammassa vaiheessa. Rakennetta ei saa sulkea eikä peittää ennen kuin haluttu kosteus on saavutettu

Suunnittelukosteustila lämmitettyihin sisätiloihin tulevat puurakenteet suunnitellaan käyttöluokkaan 1. Tällöin keskimääräinen puun kosteus on alle 12 % (RH 65 % lämpötilassa 20 °C) (SFS-5978, 2014, 19.)

Merkittävin yksittäinen kosteuslähde puurakentamisessa on pintabetonilaatan valu. Valun aikana ilmaan vapautuu kosteutta, joka lisää tuuletuksen ja kuivatuksen tarvetta valun aikaan ja sen jälkeen. Betonille tulee taata edulliset kovettumisolosuhteet jälkihoidolla. Näitä toimenpiteitä ovat riittävän kosteuden turvaaminen, oikeanlaisten lämpötilaolosuhteiden järjestäminen ja kuivatus pinnan jatkokäsittelyä varten.

Myös jälkihoidon järjestämiseen on syytä kiinnittää huomiota, koska liika tilojen kosteudennostaminen voi aiheuttaa puurakenteissa vaurioita. Pintabetonilaatta voidaan käsitellä heti hierron jälkeen ruiskutettavalla jälkihoitoaineella tai asentamalla seuraavana aamuna muovikelmut suojaamaan kosteuden haihtumista. (Ratu 0404, 2012,11). Pintabetonilaatta valetaan ääniteknisen toiminnan takaamiseksi, koska kevyen välipohjan äänen eristävyys perustuu joustaviin levymäisiin rakennekerroksiin (kaksinkertainen rakenne).



KUVA 15. Mallivälipohjarakenne (puuinfo.fi)

Rakenne toimii jousi-massa-yhdistelmänä. Kelluvalla pintalaatalla on etuna sen sivutiesiirtymien vaimennus. Laatan matalien äänien ääneneristävyys on parempi mitä massiivisempi se on (puuinfo.fi.)

2.5.6 Rakenteiden kastumisen estäminen

Mahdollisuuksien mukaan rakenteet ja materiaalit tulee suojata sateelta ja kosteudelta, koska kastuminen lisää merkittävästi kuivattamistarvetta sekä materiaalihukkaa. Rakennuksen käyttäjälle voi aiheutua myöhemmin terveyshaittaa, jos kastuneita materiaaleja tai rakennusosia käytetään. Suojaamisessa tulee keskittyä kosteudelle kaikista arimpien materiaalien suojaamiseen sateelta ja muulta kastumiselta.

Kastumisen estämisen eri osa-alueita mm:

- runko suojataan kastumiselta
- estetään materiaalien kastuminen
- suojataan keskeneräiset rakenteet kastumiselta
- varaudutaan vesivahinkoon ja pyritään estämään sen syntyminen



KUVA 16. Julkisivun paneloinnin suojaus (© Huzza/Huusko Martti, 2017-02-10)

Materiaalien suojaustoimenpiteissä tulee huomioida mitkä materiaalit voivat vaurioitua kosteuden vaikutuksesta ja mitkä voivat välillisesti aiheuttaa kosteusvaurion kastuessaan.

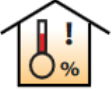




Seuraavilla toimenpiteillä voidaan vähentää riskiä rakennuksen rungon kastumisen osalta:

- käytetään valmiselementtejä, jolloin varastointiaika pysyy lyhyenä ja runko pystytetään nopeasti ja se säänsuojataan välittömästi
- tehdään kattorakenteet ensimmäisenä, jolloin se toimii työvaiheiden suojausrakenteena
- asennetaan aluskate mahdollisimman nopeasti
- runko nostetaan ylös mahdollisimman nopeasti
- runko nostetaan ylös kerroksittain mahdollisimman nopeasti, jolloin valmista kattorakennetta voidaan hyödyntää väliaikaisena säänsuojana
- rakennuksen ulkoseinärakenteet asennetaan varhaisessa vaiheessa, jolloin se toimii valmiina suojana rakennuksen rungolle. Jos tämä ei ole mahdollista peitetään runko suoja- tai eristepeitteillä
- ikkunat ja ovet on asennettava mahdollisimman nopeasti ulkoseiniin tai aukot tulee suojata suojapeitteillä
- eristetyt ulkoseinät suojataan välittömästi sateelta. Aukkojen kohdalla olevat leikatut eristeet ovat erityisen herkkiä kastumiselle

Kuvassa 17. on esitettyä ohjeellinen kuvaus eri rakennusmateriaalien suojaamisesta.

SUOJAUS MATERIAALEITTAIN

Taulukko 2. Symbolit ja ohjeellinen kuvaus materiaalien suojaamisesta. Tarkasta aina valmistajan ohjeet suojauksesta.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
		Laastit		
		Runkopuutavara		
		Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)		
		Metalli-ikkunat ja -ovet		
		Kulvabetoni		
		Lämmöneristeet		
		Metallikasetit		
		Puuelementit		
		Betonielementit		
		Keramiikka, tiilet ja laatat		
		Raudotteet		
		Metallivarusteet		
			Maa-ainekset	
			Kattotiliet	
			Ulkovarusteet	

KUVA 17. Ohjeellinen kuvaus eri materiaalien suojauksesta (Ratu S-1232, Rakennustyömaan sään-suojaus, 2013, 10)

Työmaalla käytettävien rakennusmateriaalien ja tuotteiden kastumista ja kostumista voidaan vähentää seuraavilla keinoilla:

- toimittajilta edellytetään kuljetuksen aikaista suojausta
- valmistajan ohjeita noudatetaan varastoinnin suhteen
- toimitukset saapuvat osa-aikaisesti
- varastointialueet ja menetelmät suunnitellaan ajoissa
- varataan työmaalle säänsuojia riittävästi rakenteiden ja materiaalien suojaukseen

(RIL 250-2011, 102-103.)

Rakennusmateriaalien varastointipaikat suunnitellaan ja sijoitetaan siten että suojaaminen on mahdollista ja siirrot varastoon sekä asennuspaikalle voidaan tehdä niin, etteivät materiaalit pääse kastumaan.

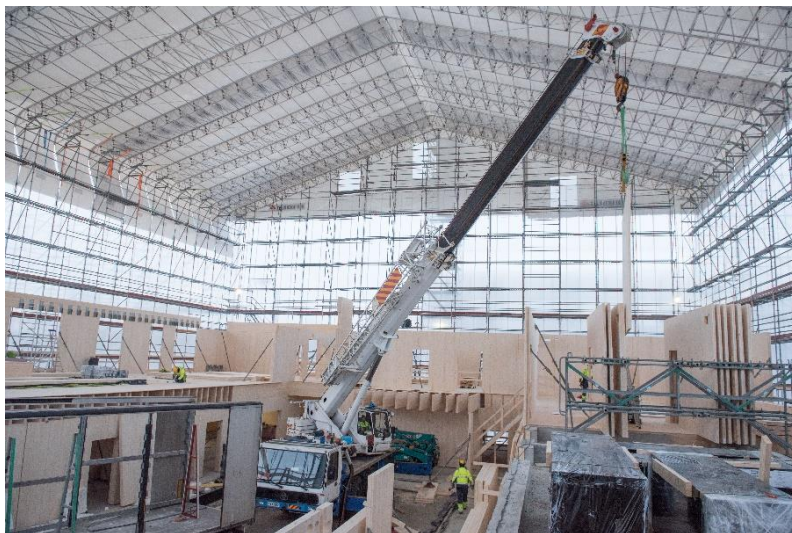


KUVA 18. Esimerkki materiaalien välivarastosta (dancovershop.com)

Työmaalle toimitetut rakennusmateriaalit suojataan, jos niitä ei saada heti sisälle tai muualle sateen-suojaan. Purku ja siirtojärjestys käyttökohteeseen tapahtuu asennusjärjestyksessä, sitten että turhien siirtojen määrä minimoituu. Kun siirtojen määrä on vähäinen, tarvikkeiden vaurioitumisriski pienenee. Varastointiolosuhteiden tulisi olla mahdollisimman lähellä materiaalin käytönaikaisia olosuhteita. (Ratu S-1232.)

2.5.7 Säänsuojaus

Säänsuojan tarkoitus on suojata työntekijät, työkohteet ja rakennusmateriaalit lumelta, jäältä, sateelta, tuulelta, pakkaselta ja liialta auringonvalolta. Säänsuojahallien käyttö on yleisintä kerrostalojen ja muiden isojen kohteiden saneeraustyön yhteydessä sekä perustuvaiheessa olevissa uudiskohteissa. Säänsuojahalleja voidaan talviaikaan hyödyntää ennakkosuunnittelun avulla talvella perustus ja runkovaiheessa. Työvaiheet jotka ovat kosteusteknisesti haastavia kannattaa aina tehdä säänsuojan alla. Suojan käyttäminen on kustannuskysymys mutta myös laatukysymys. (Ratu s-1232.)



KUVA 19. elementtien asennus säänsuojan sisällä (© Huzza/Huusko Martti, 2017-01-02)

Säänsuoja on suojatila, joka muodostuu kantavan rungon pitkittäisorsista sekä katemateriaalista. Sitä voidaan siirtää miesvoimin tai koneellisesti. Runkorakenne koostuu teräksisistä tai alumiinisista elementeistä jotka kiinnitetään yhteen sarana tai pulttikiinnityksillä. Jakoväli runkorakenteella on 2-4 metriä ja nostolenkit sijaitsevat yläpäässä. Pitkittäisorret sekä tukitangot ovat terästä tai alumiinia ja niiden kiinnitys tapahtuu pultti tai pikakiinnityksellä ja ne jäykistävät rakennetta.



KUVA 20. Säänsuojan rungon pystytys (© Huzza/Huusko Martti, 2017)

Yleisimmät katemateriaalit säänsuojissa ovat polyesterikangas, PVC-päällysteiset itsestään sammuvat tekokuitukankaat tai kevytmuovia. Ristikkorakenne koneellisesti siirrettävissä säänsuojissa mitoitetaan kestävänsä tuuli- ja lumikuormat. Säänsuojat kasataan ja siirretään moduuleittain, jotka voidaan tarvittaessa liittää toisiinsa, jolloin saadaan suuria kokonaisuuksia. Säänsuojien päädyt voidaan sulkea erillisillä päätykappaleilla, joissa on ovi (Kone-Ratu 07-3022.)

2.5.8 Julkisivusuojat

Julkisivusuoja muodostuu pystysuojista ja telinekatosta. Pystysuoja koostuu rakennustelineestä, johon kiinnitetään rakennus- tai julkisivupeite, joka kiristetään hihnojen, narujen tai peitekiinnikkeiden avulla telinerunkoon. Peitteiden saumakohdat voidaan yhdistää esimerkiksi narulla.



KUVA 21. Säänsuojateltta (© Huzza/Huusko Martti, 2017-11-07)

Telinekatto voidaan kasata rakennustelineen vakio-osista, kantavista katekaarista, ristikkorakenteesta tai erikoisosista, jotka liitetään pika- tai pulttikiinnityksillä toisiinsa. Rakennuksen koko katon peittävä suoja voidaan kasata ristikkorakenteesta. Suojapeite kiinnitetään peitekiinnikkeillä tai saumapelleillä telinerunkoon. Telinekatto asennetaan telineeseen kiila- tai kiertyvillä liitimillä (Kone-Ratu 07-3022.)

2.5.9 Säänsuojien käytönaikaiset tarkistukset

Säänsuojat on puhdistettava lumesta ja jäädästä säännöllisesti koska ne eivät kestä niiden tuottamia rasituksia. Suojapeitteiden ja niiden kiinnitysköysien kunto on tarkistettava säännöllisesti, ja rikkoutuneet peitteet on vaihdettava tai korjattava. Jäätyneitä ja lumisia peitteitä ei saa taivutella koska se voi rikkoa ne. Julkisivusuojan kantava runkorakenne, välituet ja peitteet sekä niiden kiinnitys tulee tarkistaa säännöllisesti. Päivittäin tulee seurata myös telineiden ankkurointia ja tuentaa (Kone-Ratu 07-3022.)

2.5.10 Laadunvarmistuksessa käytettävät mittaukset

Rakennustyön laatua voidaan tarkastella muillakin mittauksilla, kun kosteusmittauksilla. Näillä mittauksilla voidaan edistää tehokkaasti rakennuksen kosteusteknistä toimintaa ja laatua.

Toteutusvaiheessa suoritettavia mittauksia jotka toimivat samalla laadunvarmistustoimenpiteinä:

- mitataan eri rakenneosien kosteuspitoisuudet
- rakennusvaipan tiiveys todetaan mittaamalla ilmanvuotoluku

- lämpökuvaus jolla kartoitetaan kylmäsillat ja paikalliset vuotokohdat
- ilmanvaihtojärjestelmän mittaus jolla varmistetaan toimivuus ja säädöt
- tarvittaessa valmiista rakennuksesta mitataan sisäilman epäpuhtaudet

Sopimusasiakirjoissa jotka tehdään tilaajan ja urakoitsijoiden välillä on tarpeellista määrittää suoritettavat mittaukset. Mittaukset on hyvä myös määrittää rakenne ja talotekniikan suunnittelijoiden suunnitelmissa. Tämä varmistaa sen, että työn toteuttaja on tietoinen siitä, että työn sopimuksen mukainen laatu tullaan todentamaan mittaamalla. (RIL 250-2011, 109.)

2.6 Käytönaikainen kosteudenhallinta

Rakennuksen pitkäaikaiskestävyyden varmistamisen yhtenä osa-alueena on onnistunut käyttöönotto. Sen yhtenä edellytyksenä on, että aikaa on varattu riittävästi rakentamisen päätteeksi. Käyttöönotolle sopiva aika riippuu kohteen laajuudesta ja se voi olla muutamista viikoista jopa kuukausiin. Erityisesti talotekniikan laitteiden säätämiseen ja niiden varmistamiseen mittaamalla tarvitaan aikaa.

Toteutusvaiheen päätteeksi mahdollinen koordinaattori, LVI-suunnittelijat, rakennuksen tuleva käyttäjä ja huoltohenkilökunta käyvät yhdessä rakennuksen läpi. Jos kohde on poikkeuksellisen vaativa osallistuvat myös muutkin suunnittelijat. Käyttäjien ja huoltohenkilökunnan tulee saada perehdytys rakennuksen oikeanlaiseen käyttöön ja ylläpitoon. Perehdytyksessä tulee keskittyä kaikista merkittävimpiin ylläpidon riskeihin sekä niiden perusteisiin. Tavoitteena perehdytyksessä on oppia tuntemaan rakennus, sekä vaaditut toimenpiteet joita vaaditaan kunnon ylläpidoksi (kuivaketju10.fi.)



KUVA 22. Kiinteistön käyttöön liittyvät tärkeimmät asiat (kosteudenhallinta.fi)

Kiinteistön ylläpidon tärkeimmät tavoitteet on pitää rakennus ja sen lähiympäristö toiminnallisesti ja teknisesti hyvällä tasolla huomioiden erityisesti turvallisuus, terveellisyys ja toimivuus. Tavoitteena

tulee lisäksi olla energiankulutuksen optimointi, kiinteistön kunnan ja arvon säilyminen sekä kosteusvaurioiden estäminen joka sitä kautta estää homeongelmien syntymisen.

Rakennuksen ylläpidon tulee pohjautua johdonmukaiseen, selkeään että asiantuntevaan ylläpitosysteemiin, joka on tarpeeksi kattava ja ennakoiva eikä se ole liian monimutkainen tai laaja. Kriittiset laatutekijät liittyen kosteudenhallintaan ja homevaurioiden estämiseen tulee olla hyvin tiedostettuja ja ohjelmoituja koko rakennuksen elinkaaren ajalle (seuranta, huoltotoimenpiteet ja huoltovälit). Työkaluna toimii huoltokirja, johon edellä mainitut asiat on kirjattu.

Jotta omistaja voi hallita rakennuksen elinkaarta ja kustannuksia tehokkaasti, hänen tulee olla koko ajan tietoinen kiinteistönsä kunnosta. Jos omistaja laiminlyö huoltovelvollisuuttaan voi hän pahimmassa tapauksessa menettää puheoikeuden urakoitsijan suuntaan takuuasioihin liittyen.

Rakennus on koko elinkaarensa ajan jatkuvasti erilaisten kosteusrasitusten kohteena. Kosteudenhallinnan kannalta toimivan kiinteistön ylläpidossa on tiedostettava rakennuksen kosteustekninen toiminta. Kosteudenhallinnan kannalta tärkeää että:

- tiedostetaan eri kosteusrasitukset ja tiedetään niiden hallintatavat
- kosteuden ja veden siirtymistavat ovat tiedossa
- rakenteiden kuivumistarpeet sekä tavat tiedetään
- tiedetään rakenteiden sekä ilmanvaihdon toimintaperiaatteet
- kriittiset laatutekijät osataan tiedostaa rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien osalta
- rakennuksen huolto ja ylläpito, on organisoitua koko elinkaaren ajan
- huolehditaan että, kosteusrasitukset joihin käyttäjä ja omistaja voivat vaikuttaa pysyvät oletetuissa arvoissa
- varmistetaan että rakenteet ja laitteet ovat ehjät ja ne ovat toimintakuntoisia
- järjestetään kunnollinen jatkuva seuranta ja tarkkailu sekä ennakoivan reagointi

Omistaja, isännöitsijä ja kiinteistöpäällikkö, sekä huoltohenkilökunta vastaavat kiinteistön ylläpidosta ja sen toimivuudesta. (RIL 250-2011, 115.)

2.6.1 Kosteusriskien hallinta

Kun rakennus sekä sen lähiympäristöt suunnitellaan ja toteutetaan kosteusteknisesti sekä ennakoitavissa olevien kosteusrasitukset huomioon ottaen oikein ja laadukkaasti rakennuksella on hyvät edellytykset toimia koko elinkaaren ajan ilman kosteus ja homeongelmaa. Erilaisia riskejä on kuitenkin vielä paljon ja väärä tai huolimattomalla ylläpidolla sekä väärällä käytöllä voivat riskit toteutua.

Rakennuksen käytön alkuvaiheessa on aina syytä varautua siihen, että suunnittelussa tai toteutuksen laadunvalvonnasta huolimatta on tapahtunut virheitä tai huonoja ratkaisuja, joista voi tulla ongelmia. Tämän johdosta on tärkeää rakennuksen kosteusteknisen toiminnan seurannan aloittaminen jo alkuvaiheessa sekä jatkaa sitä luonnollisesti myöhemminkin. Kosteuden ja veden siirtymistavat on

tunnettava ja ymmärrettävä sekä tuntea mitkä ovat kosteusvaurion tai homeongelman merkit. Kiinteistön systematiikka ja sen sisältö sekä huoltokirja tulee luoda jo suunnittelu- ja toteutusvaiheessa. Tällöin tiedot siirtyvät jouhevasti käyttäjä organisaation käyttöön.

Alla olevissa luetteloissa käsitellään ylläpitoon liittyviä kriittisiä laatutekijöitä, joihin tulee kiinnittää huomiota.

Teknisiä laatutekijöitä rakennuksen lähiympäristön ylläpidon kannalta:

- puut ja pensaat on pidettävä jatkuvasti irti rakennuksesta, koska niiden kasvustot ja juuret voivat aiheuttaa ongelmia (juuret voivat vioittaa perustuksia tai tukkia salaojajärjestelmän)
- pintavesien poisto rakennuksen ympäristöstä on hallittua (kallistukset, putkitukset ja kourut ovat kunnossa)
- tarkkaillaan maanpinnan painumisia ja nousuja, etteivät pintavedet ala ohjautua rakennusta kohti

Rakenneosien ylläpidon kannalta kriittisiä kohtia:

- salaojien toimivuus ja kunto varmistetaan sekä sadevesikaivojen hiekkapesät puhdistetaan säännöllisesti
- syöksytovien roiskevesi johdetaan pois rakennuksen seinien läheltä
- varmistetaan ulkovaipan tiiveys ja sadevesien poistuminen
- katot, räystäät, kourut ja syöksytorvet pidetään puhtaina
- ilmatiiveyttä sisäpinnoissa seurataan ja varmistetaan
- varmistetaan julkisivumateriaalin toimivuus
- seurataan ikkunoiden ja ikkunanpuitteiden toimivuutta etenkin kosteuden- ja vedenpoiston kannalta
- varmistetaan että suunniteltu tuuletus yläpohjassa, alapohjassa ja seinärakenteessa toimii
- pyritään havaitsemaan haitalliset kylmäsilat ja korjaamaan ne
- tehostetaan seurantaa, jos kosteusrasitus on oletettua suurempi
- talvella lumen poisto katolta tapahtuu hallitusti rakenteita rikkomatta

Taloteknisien järjestelmien ylläpidon kannalta tarkkailtavia kohtia:

- vesi ja viemärijärjestelmien kuntoa tarkkaillaan
- seurataan ja huolletaan saannollisesti ilmanvaihdon oikeaoppista toimintaa kosteissa ja kuivissa tiloissa
- tarkkaillaan lattiakaivojen toimintaa
- käytetään ilmastointiventtiilejä oikein ja siitä tiedotetaan myös käyttäjälle

Huoltoon ja hallintoon liittyvät laatutekijät:

- rakennuksen ylläpito on tehokkaasti ohjelmoitu ja organisoitu (huoltokirja)
- hälytysjärjestelmät on määritelty ja kaikille osapuolille on tiedostettu ja informoitu reagoitavat
- rakenteiden ja ilmastoinnin kannalta huolto ja siivoustavat on määritelty oikein

Rakennuksen käyttöön liittyvät laatutekijät:

- käyttäjät valistetaan rakennuksen käyttöön (ohjeistus ja tiedotus)
- kiinnitetään huomiota rakennuksen oikeisiin käyttötapoihin ja miten reagoidaan mahdollisissa ongelmatapauksissa (RIL 250-2011, 116-117.)

2.6.2 Ylläpidon ja käytön osapuolet vastuut ja tehtävät

Rakennuksen ylläpidossa sekä käytössä on sen tyypistä riippumatta aina neljä roolia:

- rakennuksen omistaja
- ylläpidosta käytännössä vastuussa oleva henkilö, joka on usein isännöitsijä
- rakennuksen huoltopalvelusta vastaava taho
- rakennuksen käyttäjät

Ensiarvoisen tärkeää kosteudenhallinnan kannalta on, että ylläpidosta huolehtivat ovat selvillä, miten rakennus toimii kosteusteknisesti ja pystyvät seurannassa sekä ylläpidossa puuttumaan mahdollisesti ilmeneviin ongelmiin ennakoivasti. Teknistä asiantuntemusta ei voida edellyttää käyttäjiltä tai asukkailta mutta heiltä voidaan odottaa järkevää käyttöä ja reagointikykyä mahdollisiin poikkeavuuksiin. Mitä yksinkertaisempia ratkaisuja on käytetty, sitä käyttäjäystävällisempiä ne ovat.

Rakennuksen omistajan tehtäviin kuuluu määrittää selkeät tavoitteet ylläpidolle ja käytölle. Tämän lisäksi hän luo selkeän ylläpitojärjestelmän jossa on määritelty kaikille osapuolille omat tehtävät ja vastuunsa. Rakennuksen ylläpidon käytännön vastuu tulee määrittää selkeästi tietylle henkilölle.

Huolto-organisaatiossa olevilla henkilöillä tulee olla perustuntemusta rakennuksen kosteusteknisestä toiminnasta ja sen rasituksista. Erityisen tärkeää on, että huoltohenkilöillä on oikea asenne rakennuksen kunnosta huolehtimiseen ja valpasta silmää havainnoida mahdolliset ongelmat. Huolto-organisaation velvollisuuksiin kuuluu noudattaa huoltokirjaan ohjelmoidut toimenpiteet ja rekisteröidä siihen tehdyt ja sovitut toimenpiteet sekä tarvittaessa kirjaa siihen uusia toimenpiteitä

Tärkeä osa rakennuksen huoltopalvelua on siivoustoiminta. Sille tulee olla määritelty selkeästi tila- ja pintakohtaiset ohjeet, jotka noudattavat materiaalivalmistajien/urakoitsijan ohjeita. Vedenkäytön liiallista käyttöä tulee välttää, ja kuivumisesta on pidettävä huolta esimerkiksi ilmastoinnin avulla (RIL 250-2011, 118-119.)

2.6.3 Rakennuksen tarkastus huolto ja kunnossapito

Kunnossapidolla ja huollolla kiinteistön rakenteet, tekniset järjestelmät ja laitteet pidetään toimintakunnossa. Tämä on perusedellytys, jotta tavoitteiden mukaiset sisäolosuhteet sekä viihtyvyys toteutuu ja pidetään yllä kiinteistössä. Huoltotoiminnan tulee olla säännöllistä ylläpitotyötä ja se perustuu vuodenaikaan, rakenteiden ikään, ja laiteiden käyttötuntimääriin sekä viranomais määräyksiin. Huol-

totoiminnan ja kunnossapitotehtävien erona on se, että huoltotehtävät suoritetaan lyhyemmillä aikaväleillä mitä kunnossapitotehtävät. Huoltotoimintaan kuuluu esimerkiksi ennakkohuollot ja järjestelmien toiminnan seuranta sekä vikakorjaukset (RIL 250-2011, 119-121.)

Rakentamisen jälkeen ylläpitotoiminnan tulee perustua rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen eli huoltokirjaan. Huoltokirjan tulee sisältää riittävästi tietoa rakennuksen ja sen osien kunnossapidon ja huollon järjestämisestä. Huoltokirjan sisältö on yksityiskohtainen ja se sisältää käyttöön ohjeistuksen rakennuksen käyttäjille ja ylläpidon organisaatiolle. (kuivaketju10.)



KUVA 23. Alakattojen alle jäävää tekniikkaa (© Huzza/Huusko Martti, 2017-08-02)

Käyttö- ja huolto ohjeet tulee laatia siten että niistä ilmenee seuraavat asiat:

- kiinteistön omistus ja laajuustiedot, tilat ja niiden käyttötarkoitus ja päärakenteet
- kiinteistön rakentamisessa olleiden urakoitsijoiden ja henkilöiden yhteystiedot
- tehtävät kunnossapidon, rakenteiden ja laitteiden hoidon ja huollon osalta
- paikantamistiedot keskeisten huoltokohteiden ja tilojen osalta
- sisäolosuhteiden tavoitteet, laatutaso hoidolle sekä eri järjestelmien käyttöarvot
- tiedot pintamateriaaleista sisä- ja ulkopuolella
- ilmoitetaan käyttöikätaavoitteet kustannuksiltaan merkittävälle rakenteille ja rakenneosille
- ilmoitetaan kustannuksiltaan merkittävät kunnossapitokohteet ja kunnossapitokaksot sekä niihin liittyvät tehtävät
- ylläpidetään korjauspäiväkirjaa ja seurataan vuosikustannuksia
- toimintaohjeet poikkeus- sekä häiriötilanteissa

Huoltokirjaa tulee käyttää huollon ohjenuorana, ja tieto jota saadaan huollettaessa kiinteistöä, tulee tallentaa huoltokirjaan. Huoltokirja jota ei päivitetä, vanhenee nopeasti ja sillä ei tällöin ole käyttöarvoa (RIL 250-2011, 119-121.)

Huoltokirjan tukena voidaan rakennuksessa käyttää erilaisia valvontajärjestelmiä. Valvontajärjestelmät seuraavat elektronisten anturoiden välityksellä rakenteissa tapahtuvia muutoksia, esimerkiksi taipumia, värinöitä, lämpötilaa ja kosteutta. Järjestelmää voidaan käyttää jatkuvaan reaaliaikaiseen valvontaan ja tilapäiseen rakenteiden valvontaan.

Mitta-anturat ovat malliltaan CMS-RH-C Kosteus ja lämpötila anturoita. Ne ovat varustettuna digitaalisella liittymällä ja ne voidaan asentaa mittaamaan kosteutta ja lämpötilaa mm. ilmasta, betonista ja puusta. Anturat soveltuvat hyvin pitkäaikaiseen seurantaan ja jokainen antura on varustettuna omalla digitaalisella sarjanumerolla. Tämän ansiosta jokainen antura voidaan tunnistaa anturaverkosta. Anturat voidaan asentaa porattuun reikään tai riittävän tilavaan avoimeen tilaan.

Mitta-anturoiden tieto kerätään järjestelmän keskusyksikölle. Keskusyksikkö tallentaa kerätyn tiedon ja ilmaisee vaaratilanteet hälytysrajojen ja varoitusrajojen puitteissa. Keskusyksikkö voidaan liittää Ethernet ja GPSR verkoihin ja se voi tarvittaessa lähettää sms-viestejä. Järjestelmä on mahdollista liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään ja tietokoneohjelmiston avulla voidaan seurata rakenteissa tapahtuvia muutoksia pitkällä aikavälillä (tieto-oskari.com.)

3 TOTEUTUS

3.1 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön toteutusosion tiedot on kerätty haastatteluiden pohjalta. Tutkimusmenetelmänä toimi kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, joka auttaa ymmärtämään tutkimuskohdetta.

Kvalitatiivinen tutkimus rajoittuu pieneen tutkittavien määrään ja sen tavoite on ymmärtää, eikä selvittää määriä. Yleensä tietoa kerätään syvähaastatteluilla tai ryhmäkeskusteluilla. Kvalitatiivisen kyselyn tarkoitus on etsiä vastaus kysymyksiin miksi, miten ja millainen.

Yleisimmin käytettyjä aineistonkeräysmenetelmiä ovat:

- henkilökohtaiset haastattelut
- syvähaastattelut
- ryhmähaastattelut
- osallistuva havainnointi
- valmiiden aineistojen ja dokumentaatioiden käyttämien (tilastotutkimus.fi.)

Kun käytetään laadullista menetelmää, haastattelukysymykset eivät ole sellaisia jotka edellyttäisivät vastaajan valitsemaan valmiiksi annetuista vastausvaihtoehdoista. Vastaajien annetaan jäsentää vastaukset omaehtoisesti (metropolia.fi.)

Opinnäytetyössä käytetty aineisto on kerätty haastattelemalla paikan päällä henkilöstöä ryhmähaastatteluilla ja sähköpostihaastatteluilla. Kysymyksiä tilaajan edustajalle oli 11 kappaletta, rakennusliikkeen edustajille 13 kysymystä ja tehtaalle 7 kappaletta. Kysymyksillä oli tarkoitus selvittää kosteudenhallintaan liittyviä asioita ja kysymykset on kohdennettu jokaiselle osapuolelle.

Kysymyksillä oli tarkoitus selvittää:

- mitä suunnitelmia on tilaaja vaatinut ja mitä rakennusurakoitsija on tehnyt
- miten ja ketkä ovat valvoneet kosteudenhallinnan toteutumista
- mitä toimenpiteitä on tehty rakentamisvaiheessa liittyen kosteudenhallintaan
- mitä haasteita on ilmennyt rakentamisen eri vaiheissa liittyen kosteudenhallintaan

Kysymykset vastauksineen löytyvät liitteinä 2 ja 3.

3.2 Rakennuttajan tehtävät liittyen työmaan kosteus- ja olosuhdehallintaan

Suunnitteluvaiheessa on tilaaja määritellyt eri suunnittelualojen suunnittelijoiden kokemus ja pätevyysmäärytykset. RT-07-10805 Terve talon toteutuksen kriteerit on ohjannut suunnittelijoita kortiston mukaisesti suunnitelmavaiheessa, jotta he huomioisivat kosteustekniset asiat suunnitelmissaan. Kriteereillä ja ohjeilla on kuvattu tärkeimmät suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät vaatimukset. Näitä noudattamalla saadaan aikaan sisäilmastotavoitteet täyttävä, toimiva ja terveellinen rakennus. Kriteeristön päätavoite on täydentää hyvää rakennustapaa ja selkiyttää sen tulkintaa. (RT 07-10805, 3).

Tähän kuuluu sisäilmaluokan määrittäminen joka ohjaa suunnittelua, jotta ratkaisut joita käytetään täyttävät asetetut vaatimukset. Tavoitteellinen sisäilmaluokka kohteessa oli paranneltu S2 luokka. Poikkeuksia tavoitetaso S2 oli rakennusmateriaalien päästöluokaksi määrätty M1 ja ilmanvaihtoasennustyön puhtausluokaksi P1. Kohdassa 2.1.2 on käyty tarkemmin vaatimukset sisäilmastoluokalle.

Hankesuunnitelmavaiheessa tilaaja ei ole tehnyt alustavaa kosteusriskikartoitusta.

Urakka-asiakirjoissa on myös vaadittu säänsuojan pystytys heti perustustöiden päätyttyä ennen runkoihin töiden aloitusta. Urakka-asiakirjoissa on vaadittu myös urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelmaa.

3.2.1 Pääurakoitsijalta vaaditut suunnitelmat ja dokumentaatiot

Tilaaja on vaatinut pääurakoitsijalta alla lueteltuja suunnitelmat:

- puhtaudenhallintasuunnitelma
- kosteudenhallintasuunnitelma
- työturvallisuussuunnitelma
- työmaan ympäristösuunnitelma
- putoamissuojaussuunnitelma
- palo- ja pelastussuunnitelma
- nostotyösuunnitelma
- laatusuunnitelma
- säänsuojan pystyttämissuunnitelma

Dokumentaation osalta tilaaja on vaatinut urakoitsijan toimittamaan vedeneristyksen vahvuuden mittaamisen ja siitä pöytäkirjan, betonirakenteista kosteusmittaustulokset, ala- ja välipohjarakenteista kosteusmittaus pintalaattavalun jälkeen, ulkopuoleisista putkistoista tarkemittauskorot, ja vesiputkistojen painekokeet. Lisäksi tilaaja on vaatinut urakoitsijaa selvittämään CLT-elementtien kosteuspitoisuuden ennen työmaalle toimittamista. Toimituskosteus elementeillä oli 12 %.

3.2.2 Kosteudenhallinnan seuranta ja valvonta CLT-elementtien osalta

Kosteudenhallinnan valvonnasta, seurannasta ja organisoinnista ovat vastanneet pääurakoitsijan puolelta valittu tervetalo vastaava ja tilaajan puolelta työmaan valvoja.

Heidän vastuuseen on kuulunut CLT-elementtien kosteudenhallinnan seuranta tehtaalta vastaanotto-tarkastukseen saakka. Valvonta on ollut jatkuvaa ja päivittäistä. Valvonnan pääasiallinen työkalu on ollut työmaan visuaalinen havainnointi päivittäin, sekä eri katselmusten järjestämien työvaiheiden edetessä. CLT-elementtien osalta tehdas on toimittanut urakoitsijalle elementtien kosteuspitoisuustiedot ennen asennustyön alkua. Elementtien kosteuspitoisuutta ei ole mitattu työmaalla asennustyön päätyttyä, koska tätä toimenpidettä ei ole vaadittu tilaajaorganisaation puolelta.

CLT-elementtien saumarakenteeseen on jätetty 20mm asennustoleranssi. Kun elementit ovat saavuttaneet tasapainokosteuden saumat on rimoitetut ympäröivän pinnan mukaiseksi. Elementtien toimituskosteus on ollut 12 % jolloin odotettavissa ei ole ollut merkittäviä muodonmuutoksia. Pääasiallisena tarkastusasiakirjana on toiminut työmaapäiväkirja.

3.3 Tehtaalla tapahtuva kosteus- ja olosuhdehallinta

Kohteessa käytetyt CLT-elementit toimittivat Crosslam Oy. Tehdas sijaitsee Kuhmossa noin kolmen kilometrin päässä kohteesta, jolloin elementtien toimitusmatkat olivat lyhyet.

Tehtaalla käytettävän puutavaran kosteus on 11+/- 2 % ja kuivaus suoritetaan jo sahalla kammari-kuivausmenetelmällä. Ennen tuotantolinjalle ottoa puutavara varastoidaan lämpötila ja kosteustasatassa varastossa. Varastossa puutavaralla on mahdollista tasaantua rauhassa ennen kuin se lähtee tuotantolinjalle. Kun sahatavara otetaan tuotantolinjalle ja sille tehdään vastaanottotarkastus. Vastaanottotarkastuksessa suoritettavat tehtävät ja mittaukset on käyty kohdassa 3.3.1 tehtaan käyttämät mittaukset ja laadunvalvonta. Tärkeänä osana kosteus- ja olosuhdehallintaa on tuotantotilojen lämpötilan ja kosteuden valvonta. Tällä ehkäistään se, ettei puutavara pääse kastumaan tai kuivumaan liikaa tuotantoprosessin aikana.

CLT- elementtien osalta pyritään välivarastointiaika minimoimaan. Tämä tarkoittaa, että elementit pyritään valmistamaan lähelle samaa päivää, jolloin asiakas on toivonut toimitusajankohdaksi. Tällöin välivarastointiaika on lyhytaikaista ja elementit eivät pääse kostumaan säilytyksen aikana. Kuljetuksen aikainen suojaus on käyty läpi kohdassa 3.3.2 kuljetuksen aikainen suojaus. CLT- elementeillä ei ole olemassa CE-merkkiä, mutta siitä on olemassa luonnos, joka on viranomaisten käsittelyssä. VTT käyttää tätä luonnosta määrittäessään tuotannon laatuvaatimuksia. Osaan tuotantoon on olemassa voimassa olevat standardit, joita tuotannossa noudatetaan. Nämä vaatimukset on käyty läpi kohdassa 2.4 Kosteudenhallinta tehdasolosuhteissa.

3.3.1 Tehtaan käyttämät mittaukset ja laadunvalvonta

Tehtaan sisäinen laadunvalvonta on jatkuvaa ja sitä toteutetaan jatkuvilla mittauksilla ja testeillä. Puutavaran kosteus mitataan prosessin eri vaiheissa ja myös tuotannon olosuhteita valvotaan. Jokaisessa työvuorossa otetaan testinäyteitä jotka tehtaan laadunvalvoja testaa. Näillä testeillä varmistetaan, että CLT- levyjen valmistusprosessi menee niin kuin pitää ja varmistetaan ettei lopputuotteissa ole ongelmia. VTT valvoo ulkopuoleisena tahona tehtaan toimintaa. Auditoin käy kaksi kertaa vuodessa läpi, että laadunvalvonta on riittävää ja että sovittuja toimintatapoja noudatetaan. Lisäksi he tarkastavat testauksen tulokset ja voivat tarvittaessa ehdottaa muutoksia toimintatapoihin, jos näkevät tähän tarvetta.

Kun sahatavara otetaan raaka-aine varastoon, sen lämpötilan annetaan tasaantua jonka jälkeen sille suoritetaan vastaanottotarkastus. Vastaanottotarkastuksessa puutavaran dimensio tarkastetaan ja

kosteus mitataan. Kosteuden mittausta suoritetaan piikkityyppisellä vastakosteusmittarilla. Kaikki tehtaalla suoritettavat mittaukset suoritetaan saman tyyppisillä kosteusmittareilla ja mittarit kalibroidaan puolen vuoden välein. Mittarin mittapää lyödään puuhun ja mittari ilmoittaa puutavaran kosteuden. Piikkityyppisen vastakosteusmittarin tarkempi toimintaperiaate on käyty läpi kohdassa 2.5.4 olosuhdehallinnan suunnittelu.

Kosteuden ollessa sallituissa rajoissa puutavara otetaan tehtaan varastoon. Puutavaran kosteus mitataan toisen kerran joko sormijatkos tai höyläysvaiheessa enne puun työstön aloittamista. Näissä työvaiheissa tarkistetaan puutavaran lämpötila ja kosteus kolmella mittauksella. Mittaustulokset kirjataan muistiin. Sallittu puutavaran kosteus on $11 \pm 2\%$. Kolmas mittausta suoritetaan, kun valmiit CLT-levyt kuormataan autoon. Valmiin tuotteen tarkastuspöytäkirjaan otetaan yksi mittaustulos valmiiksi työstetystä levystä.

3.3.2 Clt-elementtien suojaus ja kuljetus

Tehtaalla elementit kuormataan yleensä puoliperävaunuun, jossa on säänsuojaus valmiina. Perävau-
nussa on avautuva katto, jotta elementit saadaan kuormattua kyytiin. Kuormauksen jälkeen katto suljetaan jolloin elementit ovat suojattuna kuljetuksen ajaksi. Elementit pyritään valmistamaan tilaajan vaatimaan toimitusaikaan jolloin elementtejä ei tarvitse välivarastoida ja ne tulevat suoraan prosessista asiakkaalle.



KUVA 24. Elementtikuorma työmaalla (© Huzza/Huusko Martti 2016-10-24)

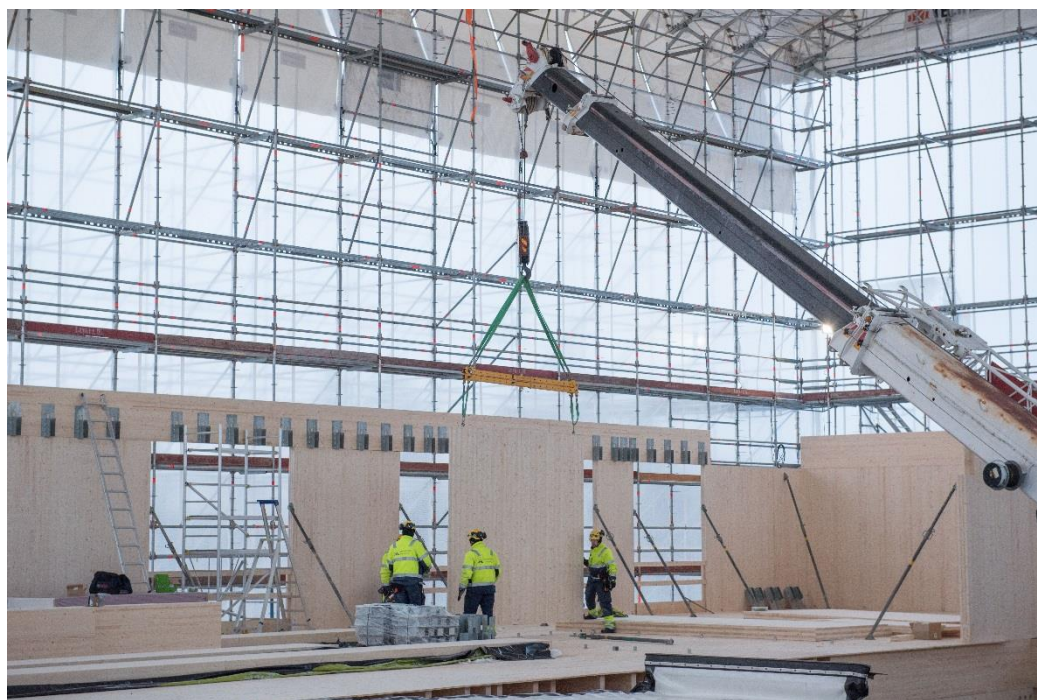
3.4 Työmaalla suoritettavat kosteus- ja olosuhdehallintaan liittyvät tehtävät

Pääurakoitsijan tehtävät on tilaaja määrittänyt urakka-asiakirjoissa, jotka on käsitelty sivulla 24. Näihin liittyvinä toimenpiteinä merkittävimmät ovat tervetalo vastaavan nimeäminen, työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen, kosteusriskien kartoittaminen ja säänsuojan hankkiminen. Tervetalo vastaavan tehtäviin on kuulunut kosteudenhallinnan toteutumisen valvominen.

Urakoitsija on toiminut yhteistyössä työmaan valvojan kanssa ja urakoitsijan työnjohto on myöskin osallistunut aktiivisesti kosteudenhallinnan valvontaan.

Kosteudenhallinta on hoidettu työmaalla siten että kuivaketju on pysynyt katkeamattomana runko-töiden ajan. CLT- elementtien toimitus on tapahtunut tehtaalta katetussa rekassa ja ne ovat ajettu suoraan säänsuojan sisään jossa elementtikuorma on purettu. Asennuksen aikainen CLT-elementtien kastumisriski on ollut olematon, koska runko on pystytetty säänsuojan sisällä. Asennustyöt ovat suoritettu ulkolämpötilassa ja runkovaihe ajoittui talveksi. Myös julkisivu ja vesikatto on rakennettuna säänsuojan alla. CLT-elementtien kosteuspitaisuuksia ei tehtaalla jälkeen ole suoritettu eikä mittauksia ole vaadittu urakka-asiakirjoissa.

CLT-elementit itsessään ovat vesihöyryn läpäisemättömiä. Höyrysulkumuovia on käytetty rakenteiden liittymässä. Höyrysulkumuovi on viety palkin ja CLT- elementin väliin ja saumat on teipattu ja kitattu sekä sauman taustalle on tehty tuentakoolaus.



KUVA 25. Clt- elementtien asennus (© Huzza/Huusko Martti, 2016-12-10)

Välivarastointi ulkotiloissa on ollut vähäistä CLT-elementtien osalta, koska pääasiallinen varastointi on tapahtunut säänsuojateltan sisällä. Ulkona tapahtuneessa varastoinnissa CLT- elementit on varastoitu vak: keihin ja suojattu pressuilla. Etuna CLT- elementtejä käytettäessä on ollut talvirakentamisessa, että vesi on jäänyt pois verrattuna betonirakentamiseen ja sulamisvesien kanssa ei ole tullut ongelmia.



KUVA 26. Pintalaatan valu (KILPONEN, 2017-06-15)

Säänsuojauksen lisäksi työmaalla on jouduttu suojaamaan lattiavalujen aikana välipohjan puurakenteita monapermi-kermillä, joka on toiminut myös pintalattiavalun ja elementin saumassa suojana. Kermin liittymät ja saumat on teipattu umpeen ja lattiavalujen ajaksi CLT-elementit on suojattu roiskevaurioilta muovilla ja valetut tilat on tuuletettu tehokkaasti. Jälkihoitona pintalaatta on peitetty muovilla, jolla on taattu laatan riittävän hidas kuivuminen. Lisäkastelua jälkihoidon aikaan ei ole tehty. Tämä työvaihe on ollut merkittävin yksittäinen työvaihe, jossa kosteutta on vapautunut ilmaan.

CLT-elementit on käsitelty uv-suojavahalla, jonka tarkoitus on suojata puupinnat auringon kellastavalta ja tummentavalta vaikutukselta. Pinta hylkii myös vettä ja likaa ja on helposti puhdistettava. (osmocolour.fi)

3.4.1 Säänsuojaus

Tilaaaja on vaatinut urakkatarjousasiakirjoissa säänsuojan käyttöä. Säänsuoja on pystytetty ennen runkovaiheen alkua ja purku on tapahtunut vasta kun vesikatolle on asennettu aluskate. Myös julkisivun työvaiheita varten telineet ovat olleet valmiina jolloin erillistä telineiden pystytystä ei ole tarvinnut tehdä. Säänsuojan on vaikuttanut kohteessa työtekniiseen järjestelyyn nostokaluston osalta, koska nostotyöt on suoritettu säänsuojan sisällä. Tällä on ollut aikatauluun hidastava vaikutus ja se on nostanut kalustokustannuksia. Säänsuojauksen kustannukset ovat olleet kalliimmat mitä perinteisessä suojauksessa. Säänsuojan pystytys ja purkaminen tapahtui lohkoittain. Säänsuojan kohteeseen toimitti Telinekataja Oy.



KUVA 27. Kohteen säänsuojus (©Huzza/Huusko Martti, 2016.)

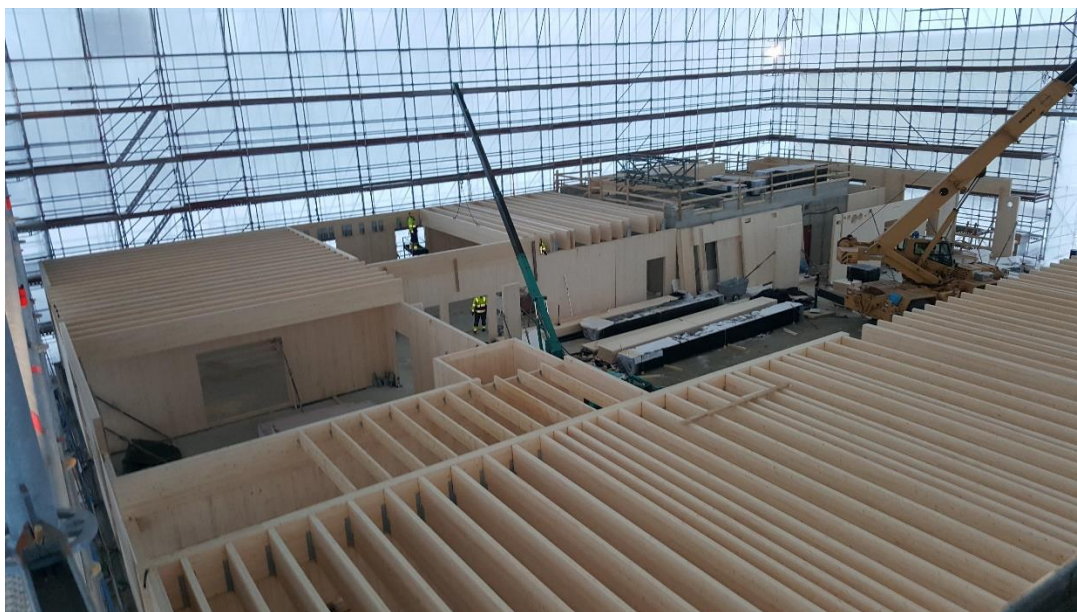
Säänsuojan kulut olivat 2 % hankkeen kokonaiskustannusarviosta (telinekataja.fi).

Kohteessa on säänsuojana käytetty telttamallin säänsuojia ja jokainen lohko on suojattu omalla teltalla. Säänsuojakattojen yhteispinta-ala oli 3700 m² ja suunnitellussa oli huomioitu tarve liikutella suuria kappaleita sisään ja ulos (telinekataja.fi). Sivulla 18-19 on käsitelty säänsuojan toimintaperiaatteet. Säänsuojauksen lisäksi on kohteessa jouduttu käyttämään haalausaukkojen suojauksessa pressusuojausta.

3.4.2 Ilmenneet haasteet valvonnan ja rakentamisen osalta

Tilaaajan puolelta haasteita ei varsinaisesti CLT-elementtien osalta ole ilmennyt. Elementtikuormien purku- ja varastointi on tapahtunut säänsuojan sisällä ja elementtien välivarastointia ei ole tarvinnut järjestää ulkotiloissa. Haasteita on ilmennyt puisten välipohjien pintabetonointi. Betonoinnin yhteydessä vapautuva kosteus ei ole päässyt vioittamaan välipohjarakenteita, koska välipohjassa on käytetty monapermi-kermiä, joka on estänyt kosteuden siirtymisen alaspäin. Tämä on tarkistettu tekemällä välipohjiin pistokoeluontoisesti kosteusmittauksia, joilla on todennettu, ettei välipohjan tilassa ole kosteuspitoisuus kohonnut. Betonoinnin yhteydessä kohonnut sisäilman kosteus ei ole aiheuttanut CLT-elementeissä turpoamista.

Pääurakoitsijan puolella haasteita on ilmennyt nostokaluston valinnassa, koska nostojen määrät ovat olleet perinteistä kohdetta isommat välipohjapalkiston ja elementtien määrän takia.



KUVA 28. Välipohjapalkiston asennus (PÄÄKKÖNEN, 2017-12-15)

Nostotyövaiheessa on jouduttu käyttämään erityistä tarkkuutta koska näkyviä puupinoja on paljon ja välipohjapalkiston nostoissa apuna on jouduttu käyttämään nostokapuloita. Myös töiden edetessä on elementtien saumamuutoksia jouduttu tekemään työmaalla.



KUVA 29. Välipohjarakenteen suojakermitys (KILPONEN, 2017-08-11)

3.5 Käytön aikainen kosteudenhallinta

Käytön aikaiseen kosteudenhallintaan ei CLT-elementtien osalta ole laadittu erillistä ohjeistusta. CLT-elementtien näkyvät pinnat on käsitelty Osmo Color Uviwax uv-suojavahalla. Vaha on tarkoitettu sisätiloissa oleville puumateriaaleille ja se suojaa puupintoja auringosta tulevalta uv-säteilyltä. Pinta on helppo pitää puhtaana koska se kestää normaalin pyyhkimisen ja se hylkii vettä.

Tärkeimpänä kosteudenhallintaan liittyvänä toimenpiteenä on rakennuksen LVI- teknisten järjestelmien ylläpito. Tätä varten kohteessa on omat huoltohenkilöt, jotka hoitavat rakennusta ja sen teknisiä järjestelmiä. Myös päivystyskierrossa olevat huoltohenkilöt on perehdytetty kohteen taloteknisiin järjestelmiin, jotta he osaavat toimia, mikäli järjestelmä antaa hälytyksen.

3.5.1 Rakentamisen jälkeinen kosteudenseuranta

Valvontajärjestelmä mittaa rakenteiden suhteellisen kosteuden pitoisuuksia ja lämpötiloja. Nämä tiedot tallennetaan Oulun DC: n palvelimelle josta tietoja voidaan lukea asiakasohjelmistolla. Järjestelmä antaa varoituksen tai hälytyksen kohonneista kosteuspitoisuuksista ja ne asetetaan anturakohdaisesti. Kohteeseen on asennettu 38 kpl kosteusantureita.

Asiakasohjelmistolla voidaan seurata lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaihtelua rakenteissa ja luoda graafisia raportteja valituilta ajanjaksoilta. Laitteiston asennus on aloitettu tammikuussa 2017 ja asennustöitä on jatkettu aina työn edetessä ja työvaiheiden sen salliessa. Laitteisto on koko laajuudessa ollut toiminnassa 19.12.2017 alkaen. Anturat on asennettu siten että samalla kohdalla on antura tuuletustilassa eristeessä sekä huonetilassa. Ulkoseinistä mitataan kosteutta tuuletustilasta, eristeestä ja kantavana rakenteena toimivasta CLT- levystä sekä vastaavasta huonetilasta. Välipohjassa on kiinnitetty huomiota umpinaisten rakenteiden kosteudenmittaukseen. Alapohjissa mitataan betonilaatan ja sen alapuoleisten eristeiden kosteutta. Järjestelmän on asentanut Tieto-Oskari Oy.

4 YHTEENVETO

4.1 Eroavaisuudet ja käytännön havainnot

Rakennushankkeeseen ryhtyvä ei ole laatinut suunnitelmavaiheessa erillistä kosteudenhallintaselvitystä. Ympäristöministeriön asetus on astunut voimaan 1.1.2018 jolloin tämä asetus ei ole velvoittanut vielä tilaajaa, koska rakennus on luovutettu joulukuussa 2017.

Tilaaja on määrittänyt sopimusasiakirjoissa, että työmaalle tulee nimetä tervetalo vastaava. Tässä on eroavaisuus nykyiseen säädökseen koska ympäristöministeriön asetus vaatii työmaalle määräämään kosteudenhallinnasta vastaavan henkilön, josta RIL 250-2011 käyttää nimitystä kosteusvastaava. Kosteusvastaavan tehtävät on käsitelty kohdassa 2.5.3.

Tervetalo vastaavan tehtäviin on kuulunut työmaan kosteudenhallinnan valvominen, materiaalien suojaamisen toteutuminen ja rakennustöiden aikainen sisäilmaluokan P1 toteutumisen valvominen.

Tilaaja on määrittänyt tarjousasiakirjoihin säänsuojauksen tason ja pysytysajankohdan sekä vaadittavat suunnitelmat ja mittaukset jotka urakoitsija on toimittanut tilaajalle. Tilaajalla on myös ollut työmaanvalvonnassa rakennustöiden valvonnan ohella erillinen LVI- valvoja joka on omalta osaltaan valvonut taloteknisten töiden toteutumista. Sivulla 13 on käyty läpi tilaajan merkittävimmät kohdat liittyen olosuhde- ja kosteudenhallintaan.

Rakennusvaiheessa pääurakoitsijan osalta merkittävimpiä toimenpiteitä CLT-elementtien olosuhde- ja kosteudenhallinnan kannalta olivat säänsuojan käyttö, elementtien oikea aikainen toimitus ja väli-varastoinnin järjestäminen säänsuojan sisällä. CLT-elementtien osalta ylimääräistä kuivatusta ei ole tarvinnut järjestää ja pintalaatan valun jälkeinen kuivatus on toteutettu luonnollisella kuivatuksella. Valutyöt suoritettiin kesäaikaan. Tämä menetelmä ei aiheuttanut CLT-elementeissä kosteuselämistä.

Rakennuksen käytön aikaisesta kosteudenhallinnasta ei vielä ole tietoa koska rakennus on otettu käyttöön helmikuussa 2018 jolloin pitkän ajan dataa ei vielä ole ollut saatavilla tätä työtä kirjoittaessa. Myös osa piha-alueen osalta rakentaminen ja viheristutukset jatkuvat keväällä 2018.

Käytönaikaiseen kosteudenhallintaan tärkeänä osana on ollut huoltohenkilöstön ja käyttäjien perehdyttäminen. Huoltohenkilöstö on perehdytetty rakennuksen taloteknisten järjestelmien huoltoon ja ylläpitoon.

4.2 Kehittämiskohteita

CLT- elementtien käyttö on tulevaisuudessa yleistymässä rakentamisessa. Tätä edesauttaa uudet muuttuneet palomääräysluokat jotka antavat helpotusta puurakenteisille rakennuksille.

Tällä hetkellä puurakentamiselle ei löydy erillistä ohjeistusta, miten olosuhde- ja kosteudenhallinta tulisi järjestää työmaan eri vaiheissa. Ohjeita löytyy mm. kosteudenhallinta.fi ja kuivaketju10 sivustoilta jotka ovat kaikkien käytettävissä, mutta näiden sivujen ohjeistukset ovat betonirakenteille

suunnattuja, joskin soveltaen niitä voidaan käyttää puurakenteiden olosuhde- ja kosteudenhallinta-suunnitelman pohjana. Myös SFS 5978 ohjeistaa puurakenteiden kosteuden- ja olosuhdehallinnan suunnittelua, ja ohjekortti antaa ohjeistusta erilaisten suunnitelmien laadintaan.

Myös toteutuksen kannalta olisi hyvä, jos puurakenteisiin välipohjaratkaisuihin olisi mahdollista saada sellaiset rakenteet jotka eivät vaadi pintalaatan valua ja että tämä rakenne olisi myös kustannustehokas. Tämä kasvattaa riskiä, että alapuoleiset puurakenteet pääsevät kastumaan jolloin työmaalla joudutaan järjestämään lisäkuivatusta ja tämä nostaa huonetilojen sisäilman kosteutta hetkellisesti joka voi aiheuttaa puurakenteissa kosteuselämistä.

5 POHDINTA

5.1 Oman työskentelyn arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tilaajalle dokumentaatio, miten rakentamisaikainen olosuhde- ja kosteudenhallinta on järjestetty rakentamisen eri vaiheissa. Tämän tiedon kerääminen tapahtui ryhmähaastattelujen kautta, jolloin pääsin henkilökohtaisesti tapaamaan rakennushankkeessa olevia osapuolia. Tehtäälle suunnattu haastattelu toteutettiin aikataulullisista syistä sähköpostihaastatteluna, joka ostautui omasta mielestä hyväksi vaihtoehdoksi. Haastatelluilla oli tarkoitus kartoittaa toimenpiteet miten eri osapuolet ovat toteuttaneet olosuhde- ja kosteudenhallintaa CLT- elementtien osalta rakentamisen eri vaiheissa. Haastattelut toteutettiin syksyllä 2017, jolloin käynnissä oli rakennuksen viimeistelyvaihe.

Haasteita opinnäytetyössä aiheutti teorian tiedon etsiminen, koska suurin osa teorian tiedosta on suunnattu betonirakenteisiin rakennuksiin, jolloin tietoa joutuu käyttämään soveltuvin osin. Myös puurakentamiseen suunnattujen SFS-kortistojen käytössä ilmeni haasteita, koska CLT- elementeille suunnattu kortisto oli englanninkielinen ja osa tiedosta oli hajautettu moneen kortistoon, jolloin tiedon etsimiseen joutui käyttämään paljon aikaa ja oikean tiedon löytäminen oli hankalaa. Myös käytännöllisestä kosteudenhallinnasta ei tietoa ollut vielä saatavilla, koska rakennus on otettu käyttöön helmikuussa 2018.

Omasta mielestäni onnistuin saamaan työhön todella kattavan teoriaosion jossa on hyödynnetty eri lähteistä löytyvää tietoa liittyen olosuhde- ja kosteudenhallintaan. Myös haastattelutuloksilla saadaan kattavaa tietoa, miten olosuhde- ja kosteudenhallinta on toteutettu rakentamisen eri vaiheissa.

5.2 Jatkotutkimusaiheita

Jatkotutkimusta ajatellen kohteeseen voitaisiin suorittaa tyytyväisyyskysely käyttäjille, analysoida pitkän aikavälin kosteudenmuutoksia rakenteissa joissa voidaan hyödyntää mitta-anturien keräämää tietoa, jolloin voidaan tutkia rakennuksen rakennusfysikaalista toimintaa. Tyytyväisyyskyselyssä voitaisiin selvittää sisäilman puhtauteen liittyviä asioita, koska uusi koulu on rakennettu siitä syystä, että vanhassa rakennuksessa on ollut sisäilmaongelma. Samalla voitaisiin kartoittaa kokevatko vanhassa koulussa oireilleet henkilöt enää mitään oireilua.

Myös pitemmän aikavälin huoltotoimet CLT-elementtien osalta olisi hyvä selvittää vaatiiko elementit kuinka paljon ylläpidon aikaista huoltoa sekä tutkia onko elementeissä tapahtunut kosteuselämistä rakentamisajan jälkeen, jolloin rakennus on ollut käytössä ja ilmanvaihto on ollut toiminnassa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Crosslam.fi. Havainne kuva CLT-elementeistä [valokuva] Saatavissa: <http://www.crosslam.fi/tuote.html>

Dancovershop.com Esimerkki materiaalien välivarastosta [valokuva] Saatavissa: <https://www.dancovershop.com/fi/product/pressutallit/varastoteltta-915x12x45-m-600-gm-pvc-2-3.aspx>

European Standard: Timber structures. Cross laminated timber. Requirements 2015 SFS-EN 16351 [viitattu 2018-01-30] Helsinki Suomen Standarditoimisto. Saatavissa https://www.en-standard.eu/csn-en-16351-timber-structures-cross-laminated-timber-requirements-2/?gclid=EAIaIQobChMIrivyvsZHc2QIVQi0ZCh2pAgMpEAAYASAAEgJ7KvD_BwE

Facebook.com/tuupalanpuukoulu. Valmis koulurakennus [valokuva] Saatavissa: https://www.facebook.com/tuupalanpuukoulu/photos/ms.c.eJw1ztKNRDEIQ9GORi-wOxv03NgrhfR7IOgLGCEKVnY3zw7hSdHphzZN2DF3rjuk9nlu6vUU~;Kyl6SbbGGff2Yt19~_deTz1wL02e00~_ztI9bOe08A63i9fX32~;e~_cWqPve1Prwt27uGaN~_6x77m~;YWnMfxD~_ZnD2E.bps.a.407227479717180.1073741839.160780417695222/407227496383845/?type=3&theater

HUUSKO Martti, 2017-01-17. Clt-elementtien asennus [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti 2017-01-29. Käytettävien elementtien välivarastointi [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-02-10. Vesikattotyöt säänsuojan alla [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti 2017-02-10. Julkisivun paneloinnin suojaus [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-01-02. Elementtien asennus säänsuojan sisällä [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017. Säänsuojan rungon pystytys [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-11-07. Säänsuojateltta [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-08-02. Alakattojen alle jäävää tekniikkaa [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-10-24. Elementtikuorma työmaalla [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2017-10-24. Clt- elementtien asennus [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

HUUSKO Martti, 2016. Kohteen säänsuojus [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijäoikeudella © Huzza/Martti Huusko, sähköiset kokoelmat.

Ikh.fi. Sähkötoiminen rakennuskuivain [valokuva] Saatavissa <https://www.ikh.fi/fi/rakennuskuivain-80l---24h-master-dh92-ddmd92>

KILPONEN Janne, 2017. Pintalaatan valu [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijän sähköiset kokoelmat

KILPONEN Janne, 2017-05-22. Yläpohjan ja clt seinän höyrysulun liittymä [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijän sähköiset kokoelmat

KILPONEN Janne, 2017-08-11. Välipohjarakenteen suojakermitys [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijän sähköiset kokoelmat

Kosteudenhallinta.fi. Kosteudenhallinnan pääpiirteet [valokuvat] Saatavissa: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisvaihe>

Kosteudenhallinta.fi. Betonirakenteiden päällystettävyyden arviot [valokuva] Saatavissa: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/104-rakenteiden-pinnoitettavuusvaatimukset>

Kosteudenhallinta.fi. Kiinteistön käyttöön liittyvät tärkeimmät asiat [valokuva] Saatavissa: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/kaeyttoeenotto>

Kosteudenhallinta.fi. Työmaan kosteudenhallinnan suunnittelu [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-09]. Saatavissa: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/tyoemaan-kosteudenhallinnan-suunnittelu>

Kosteudenhallinta.fi. Riskirakenteiden määrittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-12]. Saatavissa: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakennussuunnittelu/riskirakenteiden-maeerittely>

Kosteudenhallinta.fi. Rakenteiden kuivatus [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-12]. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisvaihe/rakenteiden-kuivatus>

Kosteudenhallinta.fi. Vaiheet [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-12]. Saatavissa: <https://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet>

Kosteudenhallinta.fi. Rakenteiden kosteusteknisen toiminnan varmistaminen [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-13]. Saatavissa: <https://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakennussuunnittelu/rakenteiden-kosteusteknisen-toiminnan-varmistaminen>

Kosteudenhallinta.fi. Rakenteiden pinnoitettavuusvaatimukset [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-15] Saatavissa: <https://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/104-rakenteiden-pinnoitettavuusvaatimukset>

Kosteudenhallinta.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-30] Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kosteudenhallintasuunnitelma>

Koulurakennus, Tilasuunnittelu. RT 96-10939. [online] Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-02-20] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/3591#page=1>

Kuivaketju10.fi. Kymmenen keskeisintä kosteusriskiä [valokuva] Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-Tilaaminen_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-14] Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-Suunnittelu_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-14] Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-K%C3%A4ytt%C3%B6nottoto_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-15] Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-K%C3%A4ytt%C3%B6nottoto_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi. Tilaaminen ohjekortti [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-15]. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-Tilaaminen_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi. Suunnittelu ohjekortti [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-15]. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-Suunnittelu_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi. Kosteudenhallintakoordinaattori ohjekortti [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-18]. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_20171222.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi. Käytön ohjekortti [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-23]. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-K%C3%A4ytt%C3%B6_20170308.pdf?x70712

Kuivaketju10.fi. Käytönoton ohjekortti [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-23]. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/12/Kuivaketju10-K%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6notto_20170308.pdf?x70712

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999/149, 149§ [verkkoaineisto]. Saatavissa. <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999/119 119§ [verkkoaineisto]. Saatavissa. <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Metropolia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-05]. Saatavissa: <https://users.metropolia.fi/~pervil/kvantsu/Moniste.pdf>

Osmocolor.fi. Uviwax työohje [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-05]. Saatavissa: https://www.osmocolor.com/sites/default/files/attachments/OC_TO_Uviwax_1216.pdf

Pintabetonityöt. Ratu 0404. 2012. [online] Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-03-19] saatavissa <http://rt.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17853#page=1>

Puuinfo.fi. Mallivälipohjarakenne [valokuva] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/palkkivalipohjan-aanitekniikka/palkkivalipohjan-aanitekniikka.pdf>

Puuinfo.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-15] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/puurakennuksen-kosteustekninen-hallinta>

Puuinfo.fi. Puurakentamisen olosuhdehallinnan periaatteet [verkkoaineisto]. 2014 [viitattu 2018-1-17]. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Puurakentamisen%20olosuhdehallinnan%20periaatteet.pdf>

Puuinfo.fi. Palkkivälipohjan äänitekniikka [verkkoaineisto]. 2011 [viitattu 2018-03-19]. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/palkkivalipohjan-aanitekniikka/palkkivalipohjan-aanitekniikka.pdf>

PÄÄKKÖNEN Markku, 2017-12-15. Välipohjapalkiston asennus [valokuva]. Sijainti: Kuhmo: Tekijän sähköiset kokoelmat

Raklamit.fi. Piikkimittari [valokuva] Saatavissa: <https://raklamit.fi/kosteusmittaus/>

Rakennustyömaan säänsuojaus. Ratu S-1232. 2013 [online]. Helsinki:Rakennustieto [viitattu 2018-01-10] saatavissa http://rt.rakennustieto.fi/product/Ratu%20S-1232?external_system=Juha&page=1&query=RAKENNUSTY%C3%96MAAN+S%C3%84%C3%84SUOJAUS

Ratu S-1232, Rakennustyömaan säänsuojaus. Rakennustieto. Ohjeellinen kuvaus eri materiaalien suojauksesta [valokuva] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi/resource/juha/content/18040#page=14>

RIL 250-2011. Kosteuden hallinta ja homevaurion estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Kosteudenhallinnassa huomioitavia asioita. [valokuva]

RIL 250-2011 Kosteuden hallinta ja homevaurion estäminen.2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 240-2006 Puurakenteiden laadunvarmistus.2006. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 07-10805 Terveen talon toteutuksen kriteerit. Rakennustieto. Terve talo kortin tavoitetasot ja vaatimustasot S2 sisäilmaluokkaan [valokuva] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi/resource/juha/content/8667#page=3>

RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittausta. Rakennustieto. Porareikä ja näytepalamittari [valokuva] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi/resource/juha/content/866#page=11>

SFS 5978 Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksen kantavia osia koskevat säännöt 2014. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Suomen Standardisoimisliitto: Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksen kantavia osia koskevat säännöt. 2014. SFS 5978 [viitattu 2018-01-15] Helsinki Suomen Standardisoimisliitto. Saatavissa <https://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/5/290719.html.stx>

Suojauskalusto. KONE-RATU 07-3022. 1992. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-01-10] saatavissa http://rt.rakennustieto.fi/product/Ratu%20073022?external_system=Juha&page=1&query=suojauskalusto

Sisäilmastoluokitus 2008. RT 07-10946. [online] Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-02-22] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/8014#page=21>

Terveen talon toteutuksen kriteerit. RT 07-10805. [online] Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-02-22] Saatavissa: <http://rt.rakennustieto.fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/8667#page=20>

Telinekataja.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-26] Saatavissa:
<https://telinekataja.fi/referenssit/tuupalan-puukoulu/>

Tieto-oskari.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-15] Saatavissa: http://www.tieto-oskari.com/tuotteet/akke_rakenteiden_valvonta

Tilastollinentutkimus.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-05] Saatavissa:
<http://tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Ratu 1215-S. 2006. [online] Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2018-02-18] saatavissa
<http://rt.rakennustieto.fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/18389#page=2>

Ym.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-12] Saatavissa :[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_asetus_edellyttaa_rakennushankkeelt\(45129\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_asetus_edellyttaa_rakennushankkeelt(45129))

Ympärisöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017
[verkkoaineisto]. Saatavissa. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

LIITE 1: KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMAN MALLI

Esimerkki työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta

1. Yleistiedot

- perustiedot
- vastuuhenkilöt

2. Laatutavoitteet

- rakennuttajan laatutavoitteet
- urakoitsijan laatutavoitteet

3. Kosteusriskit

- suunnittelijan riskianalyysi
- valittu menettelytaso
- kriittiset rakenteet, materiaalit ja työtavat
- toimenpiteet

4. Kuivumisajat

- päällystämiseen liittyvät raja-arvot
- rakenteiden kuivumisajat
- aikataulusuunnittelu
- toimenpiteet, jos rakenne ei kuivu suunnitellussa ajassa

5. Olosuhdehallinta

- materiaalien ja rakenteiden suojaus ja varastointi
- työnaikaisten vesivuotojen torjunta
- kuivumisolosuhteet (lämpötila, suhteellinen kosteus, tuuletus)

6. Erityisohjeet

- märkätilat
- muut erityistilat

7. Valvonta ja mittaus

- valvonnan organisointi
- kosteusmittaussuunnitelma
- muut mittaukset
- allekirjoitus (kosteudenhallinnasta vastaava, vastaava mestari, rakennuttaja, rakennesuunnittelija)

LIITE 2: HAASTATTELUT TYÖMAAN TYÖNJOHTO JA VALVOJA

Työmaa (kuoma):

- Miten kosteudenhallinta on hoidettu työmaan eri vaiheissa CLT-elementtien osalta
 - Kuivaketju on ollut katkeamaton CLT-elementtien osalta runkovaiheessa. Välivarastointi on ollut vähäistä. CLT-elementit on toimitettu tehtaalta rekassa, jossa on suojapeitteet ja elementit ovat ajettu suoraan säänsuojan sisään jossa kuorma on purettu.
- Kuinka säänsuojaus on vaikuttanut työtekniiseen toteutukseen ja aikatauluun.
 - Työtekniinen vaikutus on ollut nostokaluston valinnassa, koska nostotyöt on suoritettu säänsuojan sisällä. Tällä on ollut aikatauluun hidastava vaikutus ja se on nostanut kalustokustannuksia. Säänsuojauksen kustannukset ovat kalliimmat mitä perinteisessä suojauksessa. Kasausjärjestyksessä muutosvaikutus. Julkisivussa telineet olivat valmiina jolloin erillistä telineiden pystytystä ei ole tarvinnut.
- Mitä säännöksiä ja asetuksia on otettu huomioon kosteudenhallinnassa?
 - Tervetalo kriteeristö on ohjannut rakentamista.
- Onko CLT-elementeistä mitattu kosteusarvoja asennuksen aikana tai sen jälkeen?
 - Tehtaalla suoritettu CLT-elementtien kosteusmittaus. Asennuksen jälkeen ei mittauksia eikä seuranta ole suoritettu. Jälkimittausta ei ole vaadittu urakka-asiakirjoissa.
- Jos rakenteen kosteus on ylittänyt sallitun, miten kuivaus on toteutettu?
 - CLT-elementtien osalta kuivatusta ei ole tarvittu
- Mitä muita suojauksia kohteessa on käytetty säänsuojauksen lisäksi
 - Haalausaukoissa on käytetty pressusuojausta.
- Miten CLT-elementtien kuljetus ja varastointi on hoidettu työmaalla ja miten välivarastointi on hoidettu työmaalla
 - Varastointi on tapahtunut teltan sisällä. Kuljetukset ovat tapahtuneet suojauksien alla ja elementit on toimitettu suoraan säänsuojan sisään. Ulkovarastointia on ollut vähäinen määrä, jolloin käytössä on ollut vak:it ja pressut.
- Mitä suunnitelmia on tarvittu työmaalla liittyen kosteudenhallintaan
 - On noudatettu tervetalo kriteereitä ja säänsuojaa on ollut käytössä. Suunnitelmia on ollut kosteudenhallintasuunnitelma yleisellä tasolla, kosteusriskien kartoitus.
- Mitä asioita on jouduttu huomioimaan asennuksen aikaan liittyen kosteustekniseen hallintaan
 - Asennus on tapahtunut teltan sisällä jolloin riskejä ei ole.
- Miten on huomioitu kosteudenhallinta viimeistely ja luovutusvaiheen töissä.
 - Haalausaukkojen suojaus, lattiavalujen aikaan elementtien suojaus. Monapermi-kermi CLT-elementin ja laatan saumassa. Muovi on suojannut elementit roiskevaurioilta, ja monapermi on suojannut välipohjan vanerointia ja palkistoa sekä toiminut elementin ja laatan saumassa elementin suojana.
- Miten clt-elementtien ja muiden rakenteiden höyrynsulku ja näiden liittymien tiiveys on toteutettu
 - Höyrysulku on viety palkin ja clt- elementin väliin. Saumat teipattu ja kitattu sekä sauman taustalle tehty tuentakoolaus.
- Miten kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta on toteutettu pääurakoitsijan toimesta

- Urakoitsijan toimesta valittu tervetalo vastaava. Työnjohto ja valvoja toimivat yhteistyössä ja urakoitsijan työnjohto on osallistunut aktiivisesti valvontaan. Aloituspalaverissa kerrottu tarpeellinen tieto.
- Mitä haasteita on rakentamisen eri vaiheissa tullut vastaan liittyen kosteuden ja olosuhdehallintaan liittyen?
 - Nostokaluston valinnan kanssa on ollut ongelmia, nostojen määrät ovat olleet perinteistä kohdetta isommat välipohjapalkiston ja elementtien määrän takia. Nostojen kanssa jouduttu käyttämään erityistä tarkkuutta, koska näkyviä pintoja on todella paljon ja välipohjien palkkien nostossa on jouduttu käyttämään nostokapuloita. Elementtien saumamuutoksia on jouduttu tekemään. Asennus on suoritettu ulkolämpötilassa. Hyviä puolia on ollut talvirakentamisessa, että vesi jäänyt pois vrt. betoni ja sulamisvesien kanssa ei ole ollut ongelmia.

Valvoja:

- Mitä asioita on huomioitu suunnitelmavaiheessa liittyen kosteudenhallintaan.
 - Suunnitteluvaiheessa on huomioitu tervetalo kriteeristö, vaadittu säänsuojan pystytys, ennen runkovaihetta heti betonointitöiden jälkeen. Lisäksi urakka-asiakirjoissa on vaadittu kosteudenhallintasuunnitelma.
- Mitä suunnitelmia tilaaja on vaatinut urakkaan liittyen
 - Puhtaudenhallinta, kosteudenhallintasuunnitelma, työturvallisuussuunnitelma, työmaan ympäristösuunnitelma, putoamissuojaussuunnitelma, palo- ja pelastussuunnitelma, nostotyösuunnitelma, laatusuunnitelma sekä säänsuojan pystytyssuunnitelma.
- Mitä jälkiseurantajärjestelmää tilaaja käyttää
 - Kosteuden- ja lämpötilan seurantajärjestelmää (Tieto Oskari Oy Kajaani). Anturoita on asennettu yläpohjien ja ulkoseinien tuuletus, eristys, sekä ulkoseinien CLT-rakenteisiin. Lisäksi alapohjan maanvaraisiin betonirakenteisiin. Kosteus- ja lämpötiloja seurataan pilvipalvelun kautta. Järjestelmään on asennettu hälytysrajat.
- Onko suunnitelmavaiheessa suunnittelijapätevyyyksiä määritelty mihinkään asiakirjaan ja onko kosteusteknistä suunnittelua tehty?
 - Tarjousasiakirjoissa on määritelty eri suunnittelijaryhmien kokemus ja pätevyysmäärytykset. Tervetalo kriteeristössä on määritelty suunnittelijoita, jotta he huomioivat kosteustekniset asiat.
- Miten työnaikainen valvonta on järjestetty?
 - Työmaalle on määrätty tervetalovastaava pääurakoitsijan puolelta. Valvoja on työmaalla läsnä koko rakennustyön ajan.
- Onko erityisiä vaatimuksia mitä pitää huomioida käyttöönottovaiheessa liittyen kosteustekniseen hallintaan?
 - Salaoja- ja sadevesijärjestelmä kuvataan niiden toiminnan varmistamiseksi. Tarkistetaan että käytövesi ja SPR- putkistojen painekokeet täyttävät vaatimukset. Kosteiden tilojen vesieristys vaatimukset ja riittävät kaadot rakennusten vierellä kaivoja kohti. Tarkistetaan lattiakaivollisten tilojen lattiakaivojen liittymien tiiveys.
- Mitä dokumentaatioita rakennuttaja on vaatinut urakoitsijoilta?

- Vesieristyksen vahvuuden pöytäkirja, betonirakenteiden kosteusmittaustulokset. Ulkopuoleisten putkistojen tarkekorot ja putkistojen painekokeet. CLT-elementtien kosteuspitoisuuden selvittäminen ennen työmaalle saapumista (12%). Ala- ja välipohjien kosteusmittaustodistukset. Mittaukset toteutti Sartek Oy.
- Miten kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta on toteutettu tilaaja-osapuolen toimesta
 - Tervetalo vastaava ja valvoja ovat vastuussa CLT-elementtien seurannasta tehtaalta vastaanotto-tarkastukseen saakka. Valvonta on jatkuvaa ja päivittäistä.
- Mitä haasteita on tullut vastaan rakennuttajan roolissa eri vaiheissa liittyen kosteuden ja olosuhdehallintaan?
 - Näiltä osin olosuhdehallinta on ollut selkeää seurattavaa, koska CLT-elementtejä ei ole tarvinnut välivarastoida ulkotiloihin. Haasteita on ollut puurakenteisten välipohjien betonointi. Betonista vapautuva kosteus ei vaurioita välipohjan rakenteita. Suhteellinen kosteus ei aiheuta CLT-elementtien kostumista ja turpoamista.
- Mitä tarkastusasiakirjoja on ollut käytössä?
 - Työmaapäiväkirja
- Miten rakenteen kuivumisesta aiheutuvat kuivumiskutistumat on otettu huomioon suunnitelmissa?
 - CLT-elementtien saumarakenne on 20 mm asennustoleranssi. Sitten kun rakenne on saavuttanut tasapainokosteuden elementtien saumakohdat ovat rimoitettu ympäröivän pinnan mukaiseksi. Koska elementit on toimitettu 12% kosteudessa niin merkittäviä muodonmuutoksia ei ole ollut odotettavissa.

LIITE 3: CROSSLAMIN EDUSTAJAN HAASTATTELU

Kysymykset opinnäytetyöhön Crosslam Oy Kuhmo

31.1.2018

1. Miten valmistaja ohjeistaa elementtien kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen?

- Tähän vastaukseksi laitan sinulle tulemaan meidän asennus ja säilytysohje dokumentin, josta pitäisi löytyä tähän kohtaan vastaukset.

2. Mikä on käytetyn puutavaran kosteuspitoisuus ja miten kuivaus on toteutettu?

- Crosslam Kuhmon tuotannossa käytettävän puutavaran kosteus on 11 +/-2%. Kaikki tilattava tavara on kuivattu 11% ja kuivaus tavaralle tehdään jo sahalla. Kuivaus tehdään sahalla kamarikuivaamoissa. Crosslamin tehtaalla raaka-aine otetaan hyvissä ajoin ennen tuotantoon siirtoa lämpötila ja kosteusta-sattuun varastoon. Varastossa sahatavaralla on vielä mahdollisuus rauhassa tasaantua ennen kuin se lähtee tuotantoprosessiin.

3. Millaisia mittauksia tehdas käyttää ja missä vaiheessa puutavaran kosteus mitataan?

- Kun sahatavara otetaan raaka-aine varastoon, annetaan sen lämpötilan tasaantua ja sen jälkeen sille tehdään vastaanottotarkastus. Tässä tarkastuksessa tarkistetaan raaka-aineen kosteus ja dimensio. Kosteuden mittausta suoritetaan piikkityyppisellä vastuskosteusmittarilla. Mittarin piikit lyödään puuhun ja mittari mittaa puun kosteuden. Jos kosteus on sallituissa rajoissa, voidaan tavara ottaa varastoon. Toinen mittausta suoritetaan joko sormijatkos tai höyläys työvaiheessa, ennen kuin puun työstäminen aloitetaan. Näissä työvaiheissa tarkistetaan puun lämpötila ja kosteus kolmella mittauksella ja tiedot kirjataan muistiin. Jos kosteus on sallittu 11 +/-2% voidaan sahatavarapaketti ottaa tuotantoon. Kolmas mittausta kosteudelle suoritetaan, kun levy kuormataan autoon. Työstetystä levystä otetaan valmiin tuotteen tarkistuspöytäkirjaan yksi mittaustulos. Kaikissa työvaiheissa käytetään saman tyyppisiä kosteusmittareita, jotka kalibroidaan puolen vuoden välein erityisellä testilaitteella. Lisäksi tuotantotilan lämpötilaa ja kosteutta valvotaan, ettei tavara pääse tuotannon aikana kostumaan tai kuivamaan liikaa.

4. Kuinka valmiit elementit suojataan tehtaalla ja miten varastointi on järjestetty?

- Tehtaalle elementit yleensä kuormataan puoliperävaunuun, jossa on kuljetus ja sääsuojaus valmiina. Perävaunussa on avautuva katto, josta elementit saadaan kuormattua kyytiin. Kun elementit on kuormattu, suljetaan katto ja tällöin elementit eivät pääse kastumaan matkalla asiakkaalle. Elementit pyritään tekemään aina hyvin lähelle samana päivänä, kun asiakas on toivonut toimitusaikaa. Näin olleen elementtejä ei säilytetä pitkiä aikoja varastossa vaan ne tulevat suoraan prosessista asiakkaalle. Näin elementit eivät pääse säilytyksessä kostumaan.

5. Millaista sisäistä laadunvalvontaa tehdas suorittaa liittyen kosteudenhallintaan?

- Tuotantoa valvotaan jatkuvilla mittauksilla ja testeillä. Puutavaran kosteutta mitataan useissa prosessin vaiheissa ja myös tuotanto olosuhteita valvotaan. Tämän lisäksi tuotannosta otetaan joka vuorosta testinäytteitä, jotka tehtaalla laatuvalvoja testaa. Näillä testeillä varmistetaan, että levyn valmistusprosessi on mennyt niin kuin pitää ja että lopputuotteessa ei ole ongelmia. Tehtaan toimintaa valvoo ulkopuolinen tahon, Crosslam Kuhmon tapauksessa VTT. Tämä auditoija käy kaksi kertaa vuodessa läpi, että laadunvalvonta on riittävää ja että sovittuja toimintatapoja noudatetaan. Lisäksi he tarkistavat testauksen tulokset ja voivat ehdottaa muutoksia toimintatapoihin, jos näkevät tähän tarvetta.

6. Mitä säännöksiä ja asetuksia otetaan huomioon clt-elementtejä valmistettaessa?

- CLT:lle ei ole olemassa olevaa CE-merkkiä mutta siitä on olemassa luonnos, joka on viranomaisten käsittelyssä. Tätä luonnosta Crosslam Kuhmon valvova taho, VTT käyttää määrittäessään tuotannon laatuvaatimuksia. Osaan työvaiheista on olemassa omat standardinsa, joita tuotannossa noudatetaan. Jos lähdetään käymään kaikki tuotantoon vaikuttavat standardit ja niiden vaatimukset läpi ei 10 sivuakaan riitä.
7. CLT- elementtien valmistusvaiheessa tuliko vastaan haasteita tai ongelmia liittyen kosteus- ja olosuhdehallintaan?
- Voitko tarkentaa tätä kysymystä? Tarkoitatko tässä yleensä koko CLT:n valmistusta tai vain tätä Tuupalan koulun tapausta? Jos tarkoitat Tuupalan tapausta niin valmistusvaiheessa eikä toimituksissa ollut ongelmia kosteuden hallinnassa tuotantoprosessissa eikä logistiikassa tehtaan ja työmaan välillä.